



RENOVACIÓN BASE ANTÁRTICA PETREL, ISLA DUNDEE, ANTÁRTIDA

EVALUACIÓN AMBIENTAL GLOBAL (EMG)



Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto

Dirección Nacional del Antártico

Esmeralda 1212, 3° Piso (C1007ABR) Buenos Aires, Argentina

ambientedna@mrecic.gov.ar

Tabla de contenido

Abreviaturas y Acrónimos

RESUMEN EJECUTIVO	1
	7
1 INTRODUCCIÓN	27
1.1 LA BASE PETREL	27
1.1.1 <i>Ubicación de la Base Petrel</i>	28
1.1.2 <i>Historia de la Base Petrel</i>	28
1.1.3 <i>Descripción de la Base Petrel</i>	30
1.1.4 <i>Descripción General de las Instalaciones</i>	30
1.1.4.1 Casa Principal	31
1.1.4.2 Hangar	32
1.1.4.3 Casa de Emergencia	32
1.1.4.4 Galpón I - Depósito de instalaciones	32
1.1.4.5 Galpón II	32
1.1.4.6 Ex Usina (actual usina secundaria)	32
1.1.4.7 Cámara Frigorífica	32
1.1.4.8 Usina (actual taller de instalaciones)	32
1.1.4.9 Depósito Portuario	33
1.1.4.10 Cisternas (sin uso)	33
1.1.4.11 Pista	33
1.2 NECESIDAD DE REMODELACIÓN DE LA BASE PETREL	33
1.2.1.1 Edificios	36
1.2.1.1.1 Casa Principal	36
1.2.1.1.2 Hangar	37
1.2.1.1.3 Casa de Emergencia	38
1.2.1.1.4 Galpón I - Depósito de instalaciones	39
1.2.1.1.5 Galpón II	39
1.2.1.1.6 Ex Usina (actual usina secundaria)	40
1.2.1.1.7 Cámara Frigorífica	40
1.2.1.1.8 Usina (actual taller de instalaciones)	40
1.2.1.1.9 Depósito Portuario	41
1.2.1.1.10 Cisternas	41
1.2.1.1.11 Conclusiones del estado general de los edificios	41
1.2.1.2 Generación de Energía	43
1.2.1.3 Gestión de Combustibles	44
1.2.1.4 Gestión de Residuos	45
1.2.1.5 Obtención de Agua	47
1.2.2 <i>Situación ambiental general de la Base</i>	48

1.2.2.1 Impactos ambientales presentes	48
1.2.2.2 Residuos Históricos	48
1.2.2.3 Acciones para mitigar los impactos ambientales presentes	51
1.2.2.4 Conclusiones	54
1.2.3 <i>Objetivo de la actividad propuesta</i>	54
2 PROYECTO DE BASE PETREL	56
2.1 Descripción General de las Actividades Propuestas	58
2.1.1 <i>Construcción de nuevas instalaciones</i>	58
2.1.1.1 Zona Instalaciones	59
2.1.2 <i>Zona Científica</i>	59
2.1.3 <i>Zona Campo Fotovoltaico</i>	60
2.1.4 <i>Zona Aeroportuaria</i>	63
2.1.4.1 Pistas	63
2.1.4.2 Instalaciones Aeroportuarias	70
2.1.4.3 Hangares	71
2.1.4.4 Depósito y bomba para combustible JP1	72
2.1.5 <i>Zona Embarque y desembarque</i>	72
2.1.5.1 Facilidades para embarque y desembarque	72
2.1.6 <i>Desmantelamiento y Recuperación de instalaciones existentes</i>	74
2.2 ALCANCE DEL PROYECTO	76
2.2.1 <i>Remodelación de las Instalaciones de la Base</i>	76
2.2.2 <i>Construcción y Uso de la Nueva Pista</i>	76
2.2.3 <i>Construcción de la Central Fotovoltaica</i>	77
2.2.4 <i>Lagunas de Abastecimiento de agua</i>	77
2.2.5 <i>Área de las actividades</i>	77
2.2.6 <i>Cronograma y etapas del proyecto</i>	79
2.2.6.1 Cronograma del Proyecto (se adjunta como Anexo I)	79
2.2.6.2 Etapas del Proyecto	83
2.2.6.4 Clasificación, embalaje, acopio de retiro del continente antártico	99
2.2.6.5 Construcción de nuevas instalaciones	99
2.2.7 <i>Logística necesaria para el proyecto</i>	100
2.2.7.1 Operación de la base antártica Petrel en forma permanente	101
2.2.7.2 Sistema de transporte y descarga	103
2.2.7.3 Selección de las zonas de desembarco y embarco	104
2.3 LA NUEVA BASE Y LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA	106
2.3.1 <i>Contribución a los objetivos del Tratado Antártico y del Protocolo</i>	107
2.3.2 <i>Contribución a la ciencia del Programa Antártico Argentino</i>	108
3 ENFOQUE DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	111
3.1 PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE BASE PETREL	111
3.1.1 <i>Determinación de la Categoría de Impacto Ambiental</i>	112
4 LA NUEVA BASE PETREL	114

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA BASE PETREL	114
4.2 LAYOUT DEL PROYECTO ORIGINAL DE LA NUEVA BASE PETREL	116
4.3 ZONA INSTALACIONES DE LA BASE	119
4.3.1 <i>Casa Principal</i>	119
4.3.1.1 Descripción General	119
4.3.1.2 Descripción Específica	121
4.3.2 <i>Depósito de Víveres</i>	126
4.3.2.1 Descripción General	126
4.3.2.2 Descripción Específica	127
4.3.3 <i>Casa de Emergencia</i>	128
4.3.3.1 Descripción General	128
4.3.3.2 Descripción Específica	128
4.3.4 <i>Usina Principal</i>	131
4.3.4.1 Descripción General	131
4.3.4.2 Descripción Específica	132
4.3.5 <i>Usina de emergencia</i>	133
4.3.5.1 Descripción General	133
4.3.5.2 Descripción Específica	133
4.3.6 <i>Terminal de Carga y Depósito DNA</i>	133
4.3.6.1 Descripción General	133
4.3.6.2 Descripción Específica	134
4.3.7 <i>Alojamiento de Emergencia / Gimnasio</i>	135
4.3.7.1 Descripción General	135
4.3.7.2 Descripción Específica	137
4.3.8 <i>Taller</i>	137
4.3.8.1 Descripción General	137
4.3.8.2 Descripción Específica	138
4.3.9 <i>Parque Automotor</i>	139
4.3.9.1 Descripción General	139
4.3.9.2 Descripción Específica	140
4.4 ZONA CIENTÍFICA	141
4.4.1 <i>Casa Principal</i>	141
4.4.1.1 Descripción General	141
4.4.1.2 Descripción Específica	142
4.5 DETALLES DE CONSTRUCCIÓN	144
4.5.1 <i>Estructura portante</i>	144
4.5.2 <i>Sistema envolvente</i>	146
4.5.3 <i>Cerramiento exterior</i>	146
4.5.4 <i>Parámetros de embalaje y Transporte</i>	147
4.5.5 <i>Ingeniería y Técnicas de Construcción</i>	147
4.5.6 <i>Requerimientos y metodología de los cimientos</i>	148

4.5.6.1 Bases aisladas con anclaje químico	151
4.5.6.2 Zapatas aisladas o combinadas	152
4.5.6.3 Platea con Zapatas aisladas o combinadas	152
4.5.7 <i>Estudios de Suelo para la Construcción de la Casa Principal</i>	154
4.5.8 <i>Descripción y propiedades mecánicas de los estratos</i>	157
4.5.9 <i>Conclusiones</i>	159
4.5.10 <i>Recomendaciones</i>	159
4.6 ZONA AEROPORTUARIA	161
4.6.1 <i>Especificaciones generales</i>	161
4.6.2 <i>Ubicación y diseño de la zona aeroportuaria</i>	164
4.6.3 <i>Operación del Aeródromo</i>	184
4.6.4 <i>Rutas de aproximación y despegue</i>	186
4.6.5 <i>Instalaciones para el aeródromo</i>	189
4.6.5.1 Terminal de Pasajeros y Torre de Control	189
4.6.5.2 Nuevos Locales en Hangar Existente	192
4.6.5.3 Hangar para Helicóptero MI-17	193
4.6.5.4 Depósito y Bomba de JP1	194
4.6.5.5 Equipos de puesta en marcha	197
4.6.5.6 Parque Vial para Servicio de mantenimiento de pista	197
4.6.5.7 Plataforma de operación	197
4.6.6 <i>Construcción y mantenimiento de la Pista</i>	197
4.6.6.1 Metodología para la construcción del terraplén y consolidación de las pistas	198
4.6.6.2 Requerimientos de materiales y logística	206
4.6.6.3 Logística necesaria para su construcción	209
4.7 ZONA EMBARQUE Y DESEMBARQUE	209
4.8 SERVICIOS PARA LA NUEVA BASE PETREL	210
4.8.1 <i>Generación de energía</i>	210
4.8.1.1 Generación de Energía mediante generadores	212
4.8.1.1.1 Usina Principal	212
4.8.1.1.2 Usina Auxiliar	212
4.8.1.2 Generación de Energía mediante Central Fotovoltaica	213
4.8.2 <i>Sistemas de Almacenamiento y suministro de combustible</i>	221
4.8.2.1 Descripción de la Instalación del campo de cisternas (ver Anexo 5-Combustibles)	222
4.8.3 <i>Obtención y Consumo de Agua</i>	226
4.8.3.1 Fuentes y metodología para obtención de agua	227
4.8.3.2 Metodología de tratamiento y distribución del agua	229
4.8.3.3 Calidad del agua	231
▪ <i>Gestión de las aguas residuales</i>	234
4.8.3.4 Red de efluentes	235

4.8.3.5 Sistema de tratamiento de efluentes (ver Anexo 7-Aguas)	237
4.8.3.6 Sitios de eliminación de los efluentes	244
4.8.4 <i>Gestión de residuos</i>	245
4.8.4.1 Gestión de Residuos (durante la desmantelación, construcción y operación)	247
4.8.4.2 Diagrama de Gestión	247
4.8.4.3 Actividades y Cantidades de residuos generados	248
4.8.4.4 Almacenamiento Transitorio en las dependencias	251
4.8.4.5 Depósito de almacenamiento transitorio de la Base	251
4.8.4.6 Logística para evacuación de residuos	252
4.8.5 <i>Plan de Contingencia para Hidrocarburos (ver Anexo 5).</i>	253
4.8.6 <i>Sistemas de Prevención y Combate de Incendios</i>	254
5 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	265
5.1 NO PROCEDER	265
5.2 ALTERNATIVAS DE ELECCIÓN DE LA BASE PETREL	266
5.3 ALTERNATIVAS PARA MODERNIZAR LA BASE PETREL (LAS MODIFICACIONES PROPUESTAS EN ESTE APARTADO SE ENCUENTRAN DESARROLLADAS EN EL ANEXO VII.).	268
5.3.1 <i>Propuesta 1 – Máximo aprovechamiento de las instalaciones existentes</i>	268
5.3.2 <i>Propuesta 2 – propuesta de desarrollo intermedio</i>	268
5.3.3 <i>Propuesta 3 – Desarrollo máximo de la base</i>	268
5.4 EVALUACIÓN GENERAL DE LAS PROPUESTAS	269
5.5 DISEÑO Y UBICACIÓN DE LOS EDIFICIOS	269
5.5.1 <i>Pistas de aterrizaje</i>	269
5.5.2 <i>Terminal de pasajeros, de cargas y torre de control</i>	280
5.5.3 <i>Casa Principal</i>	281
5.5.3.1 Tamaño de la Casa Habitación	281
5.5.3.2 Ubicación de la Casa Habitación	281
5.5.4 <i>Parque solar fotovoltaico (ver el Anexo 4- “Parque solar fotovoltaico”)</i>	282
5.5.5 <i>Evaluación de la no construcción de las pistas</i>	284
5.5.6 <i>Evaluación de la no construcción del muelle</i>	285
6 CONSIDERACIONES AMBIENTALES	286
6.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA	286
6.1.1 <i>Localización</i>	288
6.1.2 <i>Análisis Regional</i>	292
6.1.2.1 Climatología de la región	292
6.1.2.2 Cambios Climáticos en la Península Antártica	295
6.1.2.3 Geología	297
6.1.2.4 Glaciología	298
6.1.2.5 Suelos, permafrost y hielo subterráneo	302
6.1.2.6 Batimetría	304
6.1.2.7 Hidrología	305

6.1.2.8 Limnología	306
6.1.2.9 Situación biológica del Norte de la Península	307
6.1.3 <i>Análisis Local</i>	315
6.1.3.1 Climatología Local	315
6.1.3.2 Geología local	323
6.1.3.3 Glaciología	328
6.1.3.4 Batimetría local	329
6.1.3.5 Hidrología local	332
6.1.3.6 Flora y Fauna	336
6.1.4 <i>Problemas y Amenazas</i>	345
6.1.4.1 Procesos Antrópicos	346
6.1.4.2 Problemas y amenazas de las especies no nativas	351
6.1.5 <i>Impactos y amenazas del Cambio Climático en la Zona</i>	356
6.1.6 <i>Cambios en las Temperaturas y en la Precipitación</i>	357
6.1.7 <i>Aumento del nivel del mar</i>	359
6.1.8 <i>Retracción de Glaciares</i>	361
6.1.9 <i>Estabilidad del permafrost</i>	362
6.1.10 <i>Movimientos sísmicos y Tsunamis</i>	364
7 EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	368
7.1 IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS	369
7.1.1 <i>Caracterización de los Impactos</i>	369
7.1.2 <i>Cuantificación de los Impactos</i>	370
7.1.3 <i>Análisis y Evaluación de los Impactos</i>	370
7.2 EVALUACIÓN DEL RIESGO POR CAMBIO CLIMÁTICO	373
7.2.1 <i>Lineamientos de la Metodología</i>	373
7.2.2 <i>Metodología cualitativa</i>	374
7.3 ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	375
7.3.1 <i>Introducción al análisis de los impactos ambientales</i>	375
7.3.2 <i>Análisis e Identificación de los impactos ambientales</i>	377
7.3.3 <i>Matrices de Evaluación de Impacto Ambiental y Medidas de Mitigación</i>	378
7.4 IMPACTOS AMBIENTALES DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE EL PROYECTO	392
7.5 IMPACTOS ACUMULATIVOS	399
8 MONITOREO Y PROGRAMA DE SEGUIMIENTO	402
8.1 PROGRAMA DE MONITOREO	402
8.2 PROGRAMAS ESPECÍFICOS DE MONITOREO	403
8.2.1 <i>Programas de Monitoreo de la Condición Ambiental</i>	403
8.2.2 <i>Programas de Monitoreo del Desempeño Ambiental</i>	410
8.2.3 <i>Programas de Monitoreo del Cambio Climático</i>	412
9 LAGUNAS DE CONOCIMIENTO	414
9.1 ETAPAS Y CRONOGRAMA DEL PROYECTO	414
9.2 DISEÑO DE LAS INSTALACIONES	414

9.3 FALTA DE CONOCIMIENTO EN LA DESCRIPCIÓN AMBIENTAL	414
9.4 REMOCIÓN DE INSTALACIONES	415
9.5 INTERACCIÓN DE LA PISTA Y LA MORRENA	415
10 CONCLUSIONES	415
11 AUTORES Y ASESORES	418
12 REFERENCIAS	420

Apéndices

1. Cronograma de actividades
2. Marco Normativo e Institucional aplicable a la EMG
3. Matrices EIA
4. Parque Solar Fotovoltaico
5. Combustibles
6. Residuos
7. Aguas
8. Infraestructura Auxiliar
9. Análisis geotécnico
10. Consideración de las observaciones realizadas por el CPA y la RCTA
11. Documentos complementarios (especies no nativas)

ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

ACCE	Informe sobre el cambio climático y el medio ambiente en la Antártida
AICA	Área de Importancia para la Conservación de la Aves
AIP	Publicación de Información aeronáutica
ALAA	Actividad Logística Antártica Argentina
AMP	Área Marina Protegida
APV	Procedimiento de aproximación con guía vertical
ARC	Antarctic Roadmap Challenges
ARO-AIS	Oficina de notificación de los servicios de tránsito aéreo
RCTA	Reunión Consultiva del Tratado antártico
ATCO	Operadores de Control de Tránsito
BAP	Base Antártica Petrel
CAI	Campaña Antártica de Invierno
CAV	Campaña Antártica de Verano
CBR	Capacidad portante del suelo
CCRVMA	Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos (CCAMLR en Inglés)
CICyT	Consejo Interinstitucional de Ciencia y Técnica (Argentina)
COMNAP	Consejo de Administradores de Programas Nacionales Antárticos
CONAE	Comisión Nacional de Actividades Espaciales
CPA	Comité de Protección Ambiental
CRT	Área de Control
CSFV	Campo Solar Fotovoltaico
DBO	Demanda Biológica de Oxígeno
DME	Equipo Radiotelemétrico
DNA	Dirección Nacional del Antártico
E	Este
EE	Energías
EIA	Evaluación de Impacto Ambiental
EMG	Evaluación Ambiental Global
ENOS	Niño/Oscilación del Sur
FL	Flight Level - Nivel de vuelo
FPP	Polietileno flexible
FV	Fotovoltaica
GEI	Gases de efectos invernadero
GND	Ground - Tierra
GOA	Gas oil antártico
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
GW	Grava bien gradada, mezclas gravosas, poco o ningún fino
HCFC	Hidroclorofluorocarburos
HDPE	Polietileno de alta densidad
Ht	Altura
I&D+i	Investigación, desarrollo e innovación
IAA	Instituto Antártico Argentino
IAC	Carta de aproximación de vuelo por instrumentos

IAF	Punto de referencia de aproximación inicial
IBA	Áreas de importancia para las aves
ICA	Indicadores de condición ambiental
IFP	Procedimientos de vuelo por instrumentos
IFR	Reglas de vuelo por instrumentos
IGN	Instituto Geográfico Nacional
IMC	Condiciones meteorológicas de vuelo por instrumentos
IMHOFF	Tanque de doble función -recepción y procesamiento- para aguas residuales
AIMM	Área de importancia para los Mamíferos Marinos
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Rep. Brasil)
IRAM	Instituto Argentino de Normalización y Certificación
JP1	Aeronauta Jet A1
kPa	Kilopascal
KVA	Kilovoltio amper
KW	Kilovatios
LAM	Laboratorios Antárticos Multidisciplinarios
LEGAN	Laboratorio de Estratigrafía Glacial, del Agua y de la Nieve
LLDPE	Polietileno de baja densidad
Lts	Litros
MAPt	Punto de aproximación frustrada
N	Norte
NASA	National Aeronautics and Space Administration (USA)
NE	Noreste
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration (USA)
NPA	Aproximación que no es de precisión
NW	Noroeste
O	Oeste
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONG	Organizaciones No Gubernamentales
PA	Península Antártica
PA	Aproximación de precisión
PAA	Programa Antártico Argentino
PAN	Península Antártica Norte
PAO	Península Antártica Occidental
PBN	Navegación basada en la performance
PGAyT	Programa de Gestión Ambiental y Turismo
PIN	Punto en el espacio
PIR	Espuma rígida de poliisocianurato
PS	Libras por pulgada cuadrada
PTER	Planta de Tratamiento de Efluentes Residuales
PUR	Espuma de poliuretano termoplástico
RAAC	Regulaciones Argentinas de Aviación Civil

RAIL	Luces indicadoras de alineación de pista
RCTA	Reunión Consultiva del Tratado Antártico
RESA	Área de seguridad de extremo de pista
RHAI	Rompehielos ARA " Almirante Irizar"
RNP	Performance de navegación requerida
RSMS	Radar Secundario Monopulso modo S
RSU	Residuos Sólidos Urbanos
RWY	Runway - Pista de aterrizaje
S	Sur
SAR	Search and Rescue - Búsqueda y Rescate
SAW	Soldadura por arco sumergido
SCAR	Comité Científico de Investigaciones Antárticas
SEI	Servicio de Salvamento y Extinción de Incendios de Aeronaves
SHIN	Servicio de Hidrografía Naval
SMN	Servicio Meteorológico Nacional
Snm	Sobre nivel del mar
STA	Secretaría del Tratado Antártico
STAR	Standard Terminal Arrival Route - Ruta estándar de llegada a la terminal
SUCS	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
SW	Suroeste
THR	Umbral de la pista
TMA	Radar Meteorológico
TMA	Área de control Terminal
TN	Nitrógeno total
TSS	Total de sólidos suspendidos
TWY	Calle de rodaje
UTC	Tiempo universal coordinado
VFR	Reglas de vuelo visual
VMC	Condiciones meteorológicas de vuelo visual
VNAV	Navegación vertical
VOR	Radiofaro omnidireccional VHF
W	Oeste
Wt	Peso
ZAEA	Zona Antártica Especialmente Administrada
ZAEP	Zona antártica Especialmente Protegida
Zd	Tasa de descongelamiento. Término utilizado en glaciología para referirse a la tasa de descarga de agua congelada de un glaciar a un río u océano.

ACLARACIONES PARA EL LECTOR

A efectos de profundizar en el conocimiento de las modificaciones y aclaraciones realizadas en la presente versión definitiva de Evaluación Medioambiental Global con respecto al proyecto de Evaluación Medioambiental Global analizado en la XLV Reunión Consultiva del Tratado Antártico, ver Anexo 10.

➤ RESUMEN EJECUTIVO

Introducción

La Evaluación Medioambiental Global (EMG) ha sido preparada por el Programa de Gestión Ambiental y Turismo de la Dirección Nacional del Antártico de Argentina para evaluar los impactos ambientales potenciales asociados a la propuesta de renovación de la Base Petrel en la Isla Dundee en Antártida. Las actividades propuestas son necesarias a los fines de que la base mejore su desempeño, cumplimentando los requisitos de la normativa ambiental antártica, y minimizar los impactos debido a posibles contingencias a causa de su actual estado de conservación.

En 1976 la base Petrel pasó a ser una base temporaria de verano, luego de que un incendio destruyera su casa habitación principal. A partir de ese momento, esta base que funcionaba como estación aero-naval redujo significativamente su actividad, limitándose al mantenimiento periódico durante cortos períodos de tiempo en el verano austral. Sus actividades aéreas fueron trasladadas a la base Marambio constituyéndose desde el año 1976, al presente, en el centro de las actividades aéreas del Programa Antártico Argentino.

El incremento de la actividad científica del Programa Antártico Argentino, en los últimos años sumado al cambio de las condiciones climáticas y nuevos medios incorporados a la actividad, hizo repensar la forma de desplegar la ciencia y el consecuente apoyo logístico. El desarrollo de base Petrel, entonces nos remite a los inconvenientes que se presentan en el acceso, operación y mantenimiento de base Marambio para el apoyo de la actividad del Programa Antártico Argentino.

Esta EMG ha sido preparada siguiendo principalmente los requisitos del Artículo 3, Anexo I del Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección Ambiental y las Directrices Revisadas para la Evaluación de Impacto Ambiental en la Antártida (Resolución 1 (2016)) y la legislación aplicable de Argentina.

Actividades a desarrollar

El alcance de esta Evaluación Ambiental Global (EMG) incluye todas las actividades en el Área del Tratado Antártico asociados con la renovación de la Base Petrel. Estas incluyen los siguientes componentes del proyecto:

- La renovación y uso de las Instalaciones de la Base
- La construcción y uso de una nueva pista

- La construcción de la Central Fotovoltaica
- La mejora y uso de lagunas de abastecimiento de agua

La propuesta de remodelación de la Base Petrel incluye todas las actividades relacionadas con el diseño, construcción y utilización de la nueva base, también incluye la deconstrucción de los edificios existentes, las obras civiles y de cimentación, las obras de habilitación, la logística y el transporte, y la instalación y puesta en servicio de la nueva base.

Las actividades de construcción de una nueva pista se refieren a la construcción y utilización de las pistas de aterrizaje y las instalaciones terrestres asociadas, las instalaciones temporales *in situ* durante la fase de construcción, la instalación y el uso de maquinaria, el mantenimiento y el desmantelamiento de la pista de aterrizaje.

Las actividades relacionadas con la construcción y uso de una central fotovoltaica se refieren a la de un campo de paneles solares e incluye opciones de diseño del campo solar, la construcción e instalación de los paneles solares en el campo solar, las obras civiles y de cimentación, construcción y logística, y la instalación y puesta en servicio de la nueva central fotovoltaica.

Finalmente, las actividades descritas en esta EMG se refieren al diseño y establecimiento de las lagunas para abastecer de agua a la Base Petrel, e incluyen opciones de diseño, la construcción, las obras civiles y logística para el abastecimiento de agua a la Base.

Etapas de desarrollo y cronograma (ver en Anexo I)

El desarrollo de la Base Antártica Petrel (BAP) se ha pensado como un proceso de una etapa previa de estudios, más cuatro etapas de ejecución de obras. Cada etapa puede o no, abarcar un año calendario. De hecho, la duración de cada etapa no será de un año calendario, sino que la duración podrá ser mayor y finalizará cuando se completen las obras y tareas previstas en cada una de ellas.

Asimismo, la ejecución de las etapas no será concatenada en el tiempo (es decir, que finalizada la primera etapa, se iniciará la segunda), sino que el número de cada etapa significa sólo el orden en que se iniciará cada una de ellas. De esta previsión surge la aclaración de que la ejecución de una etapa de desarrollo no excluye la posibilidad de ejecutar en simultáneo actividades previstas en otra etapa posterior.

La secuencia de las etapas responde a la lógica de desarrollo de la base. Sin embargo, es posible que actividades de diferentes etapas puedan desarrollarse en forma simultánea. Esta posibilidad se prevé teniendo en consideración los tiempos de construcción, las facilidades de transporte de los insumos y las características particulares del ambiente geográfico (Geografía, condiciones meteorológicas y épocas de acceso a la zona).

En síntesis, las etapas establecidas, responden a una metodología lógica de planeamiento, que no puede ser rígida y por lo tanto se encuentra sujeta a ajustes y adaptaciones.

Con respecto a las actividades a desarrollar en cada etapa, deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

El inicio de la ejecución de las tareas de cada etapa se prevé para el momento en que comienza el verano antártico (primeros días de diciembre).

Asimismo, las actividades principales de cada etapa se desarrollan entre los meses de septiembre e inicios de abril, dado que se trata de los meses más favorables para realizar las actividades al aire libre. Durante los meses restantes, las actividades a desarrollar serán internas y estarán sujetas a un cronograma más flexible, mientras que las realizadas en el exterior serán puntuales.

Las etapas previstas son las siguientes:

Etapas previas: Estudios.

Etapas 1: Petrel, base permanente.

Etapas 2: Habitabilidad y servicios.

Etapas 3: Prestación de servicios a propios.

Etapas 4: Prestación de servicios a terceros.

Etapas 5: Consolidación.

El alcance temporal de la renovación de la Base Petrel comienza en el verano de 2023/2024 con la Etapa II de Habitabilidad y Servicios hasta el final del verano de 2028/2029 de acuerdo con el siguiente cronograma general:

A) Etapa Previa: Estudios

El objetivo de esta etapa es la de realizar el planeamiento del desarrollo de la base, resolviendo problemas de implementación, estableciendo etapas, requerimientos de materiales, tiempos de ejecución.

Si bien durante todo el proceso de modernización de la base se tomarán decisiones, es durante esta, dónde se tomarán las más importantes, que están referidas a los parámetros de diseño que se implementarán y capacidades a desarrollar para satisfacer las necesidades del Programa Antártico Argentino.

Las principales actividades desarrolladas fueron:

- Diseño inicial de la base, armado del proyecto y pasos o etapas a desarrollar en el mismo.
- Priorización de actividades en el tiempo.
- Parámetros logísticos a ser empleados (capacidades y limitaciones logísticas, oportunidades).
- Determinación de maquinarias y equipos a transportar, su adquisición y métodos de desembarco.
- Conformación de equipos de trabajo para la ejecución de estudios y reconocimientos.
- Inicio de la evaluación ambiental integral del desarrollo de la base.
- Abastecimiento de la base y transporte de materiales, vehículos y equipos para su reconversión.

En la actualidad, los estudios se han desarrollado en gran parte y se han consolidado en el Proyecto de desarrollo de la base y en el proyecto de EMG Petrel, presentado ante el Comité de Protección Ambiental (CPA XXV) y el plenario de la Reunión Consultiva del Tratado Antártico (RCTA XLV).

B) Etapa I Petrel, base permanente¹

Las actividades principales a desarrollar en esta etapa tendrán un lapso de duración de hasta dos años y medio aproximadamente.

El objetivo inmediato de estas actividades consistía en modificar la situación de la BAP ante la comunidad del Tratado Antártico, la cual pasó de ser una base transitoria, a ser una base permanente, con la característica de contar con una dotación de personal para invernar.

Asimismo, esta etapa prevé actividades de apoyo a las realizadas en la etapa previa de obtención de datos. En efecto, el paso de base transitoria a base permanente permitirá obtener datos de campo durante el invierno y evaluar las condiciones meteorológicas durante este período de tiempo. También permitiría efectuar una mayor cantidad de obras de mantenimiento de la base y la remoción de estructuras en desuso para que, junto a otros residuos históricos, sean clasificados, preparados y replegados de la base.

La dotación invernante, junto con un equipo de trabajo de verano, iniciaron las actividades de reacondicionamiento de la base para su funcionamiento anual.

El objetivo de la etapa respondió a la necesidad de mantener la base operativa durante todo el año, para llevar a cabo las actividades de mantenimiento y mejoramiento de la misma.

También, su operación permanente facilitará el envío de los diferentes grupos organizados para llevar a cabo los trabajos medioambientales y de diseño de la base.

Las principales actividades desarrolladas durante esta etapa fueron:

- Recolección de datos, estudios ambientales, de suelo, hidrográficos, meteorológicos y de diseño futuro de infraestructura.
- Determinación de las posibilidades de la construcción de un aeródromo y trazado de pistas.
- El análisis de la posibilidad de instalación de un embarcadero y/o mejoramiento de zona de desembarco.
- Mejoramiento de la habitabilidad de la base, mediante:
 - ☒ El mantenimiento integral de la Casa Habitación, el acondicionamiento de la Casa de Emergencia y la integración del sistema eléctrico.
 - ☒ La puesta en funcionamiento de la cámara frigorífica, la planta de tratamiento residuos, el derretidor y el incinerador

¹ Para la realización de esta etapa previa se confeccionó una Evaluación Ambiental Inicial (EMI) que se encuentra disponible en [IEE - Obras de Reparaciones y Mantenimiento en Base Petrel, Isla Dundee. Campaña Antártica de Verano e Invierno 2021-2022.](#)

- El arreglo general del hangar existente (portón y techo) para la guarda de la maquinaria vial.
- Reparación y recuperación de las edificaciones.
- Reacondicionamiento de sistemas de agua, cloaca, electricidad y calefacción.
- La clasificación, preparación y repliegue de residuos históricos.
- Remoción de estructuras en desuso.

Asimismo, en esta etapa se continuaron realizando estudios para la solución de los problemas que pudieran surgir de la ejecución de las tareas de la reconversión de la base.

Se agregan como **anexos**:

- Movimiento de suelos – Canteras
- Ensayo granulométrico de las canteras de base petrel
- Estudio de agua

Por otra parte, durante esta etapa se confeccionó el proyecto de Evaluación Medioambiental Integral del desarrollo de la base Petrel (EMG Petrel) que fuera elevada a las partes consultivas del Tratado Antártico, actividad realizada y ya presentada en el CPA XXV y RCTA XLV.

Durante esta etapa se obtuvieron datos que permitieron evaluar las diferentes alternativas de diseño de la base en función a las normas medioambientales fijadas por el Sistema del Tratado Antártico.

La actividad principal de esta etapa finaliza con la presentación de la versión definitiva de la Evaluación Ambiental Integral de la base.

En la actualidad, la etapa ha alcanzado el objetivo de cambiar el estatus de la base, de transitoria, a permanente y se ha avanzado con los estudios para la confección de la Evaluación Medio Ambiental de la Base Petrel.

Las actividades desarrolladas en las campañas de verano Nov2021/Nov2022 y Nov2022/Nov2023, fueron las siguientes:

Nov2021/Nov2022
<p>Puesta en funcionamiento de la Casa Principal con capacidad para albergar 20 personas.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Reparación general de la estructura. ● Sellado de fisuras. ● Reparación de servicios. ● Casa de emergencia. <p>Recuperación total de la Casa de Emergencia con capacidad para albergar a 25 personas.</p> <p>Puesta en funcionamiento los servicios generales de la base (electricidad, agua, gas).</p> <p>Hangar:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Clasificación y estiba de residuos históricos almacenados en su interior. ● Vaciado y reacondicionamiento de su interior. ● Instalación de sistema eléctrico y colocación de luminarias. ● Reparación integral de sus portones sector oeste. ● Reparación de techo y pintura total del exterior. ● Reparación de zócalos de hormigón. <p>Depósitos</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Recuperación total del Galpón I y II. ● Reparación y recambio de chapas del exterior. ● Limpieza y reordenamiento del espacio interior. <p>Usinas</p>

- Reparación de exteriores.
- Puesta en funcionamiento de generadores principales y auxiliares.
- Reparación de tableros y tendidos eléctricos.

Estructuras de hormigón

- Inicio de demolición de platea ex Casa Principal.
- Demolición de viejas estructuras de hormigón
- Demolición de anclajes de hormigón.
- Clasificación, estiba y repliegue de residuos históricos.
- Instalación de antena satelital y conexión.
- Instalación sistema de AIS (Automatic Identification System)

Nov2022/Nov2023

Continuación de recuperación de la Casa Principal con capacidad para 20 personas.

- Redistribución de espacios.
- Reacondicionamiento total de los baños.
- Instalación de un gimnasio.
- Nuevas habitaciones para alcanzar una capacidad de 24 personas.

Hangar:

- Reparación total de su piso.
- Instalación de un sistema de calefacción.
- Reparación total del portón este.

Unificación del sistema eléctrico de la base. (anteriormente había dos redes eléctricas independientes)

Reparación total de la usina principal.

Estructuras de hormigón

- Continuación de demolición de la plataforma de la ex casa principal.
- Demolición de la estructura frente a la vieja frigorífica.
- Se retiraron los anclajes de hormigón del campo de antena y se desarmó el mismo.

Residuos

- Cortado de cisternas en desuso y preparación para su repliegue.
- Clasificación, estiba y repliegue de residuos históricos y de la dotación de personal de la invernada anterior.

-

- **Procedimiento empleado para el retiro de las antiguas cisternas (sin uso desde 1976)**

Se empleó el siguiente procedimiento:

- Se comprobó que no tuvieran combustible en su interior.
- Se comprobó que no hubiera manchas o restos de combustible en la zona inferior y próxima a las cisternas.
- Se las sacaron de sus apoyos y se procedió a cortarlas y prepararlas para su remisión.
- Posteriormente se efectuó una limpieza de la zona.

- A continuación, se efectuó una nueva revisión en busca de suelo contaminado en el sitio y se hicieron algunas perforaciones para verificar la ausencia de restos de combustible.
- No se hallaron restos de combustible o suelo contaminado,
- Posteriormente se procedió a la demolición de los seis soportes de hormigón donde se apoyaban las cisternas.
- Todo el material fue preparado para su repliegue al continente.

Las actividades de corte y traslado de los restos se efectuaron en días sin viento para evitar la dispersión de partículas que se pudieran desprender del proceso.



Figura 1: inspección ocular, evaluación de ausencia de restos de combustibles.

- **Desarmado del campo de antenas**

El campo de antenas de la base consistía en cuatro torres de 30 m de altura cada una. Cada torre tenía diez tramos de 3 m de altura, de una estructura triangular de caño galvanizado.

Se efectuó un relevamiento de la zona del campo de antenas verificando la ausencia de aves en la zona. Con respecto a los gaviotines, sus nidos se encuentran en la zona sur de la morena, fuera de la zona del campo de antenas.

Cada torre de antena tenía 3 grupos de 3 riendas en cada lado. Se analizó la situación de las riendas a cortar por cada torre, a los efectos de dirigir la caída de las mismas en la dirección deseada, cuidando que caigan en forma suave y no se desarmen. Se hizo caer una torre por vez. Caída la torre se procedió a su corte y preparación para su repliegue.

Se realizó una recorrida en los lugares donde cayó cada torre para efectuar una revisión y limpieza de posibles restos metálicos. No se detectaron restos de pintura, dado que las torres eran viejas y desde el año 1976 no se les había hecho mantenimiento alguno.

No se optó por el desarmado vertical de cada torre, en razón de que sus bases se encontraban deterioradas y era riesgoso para el personal.

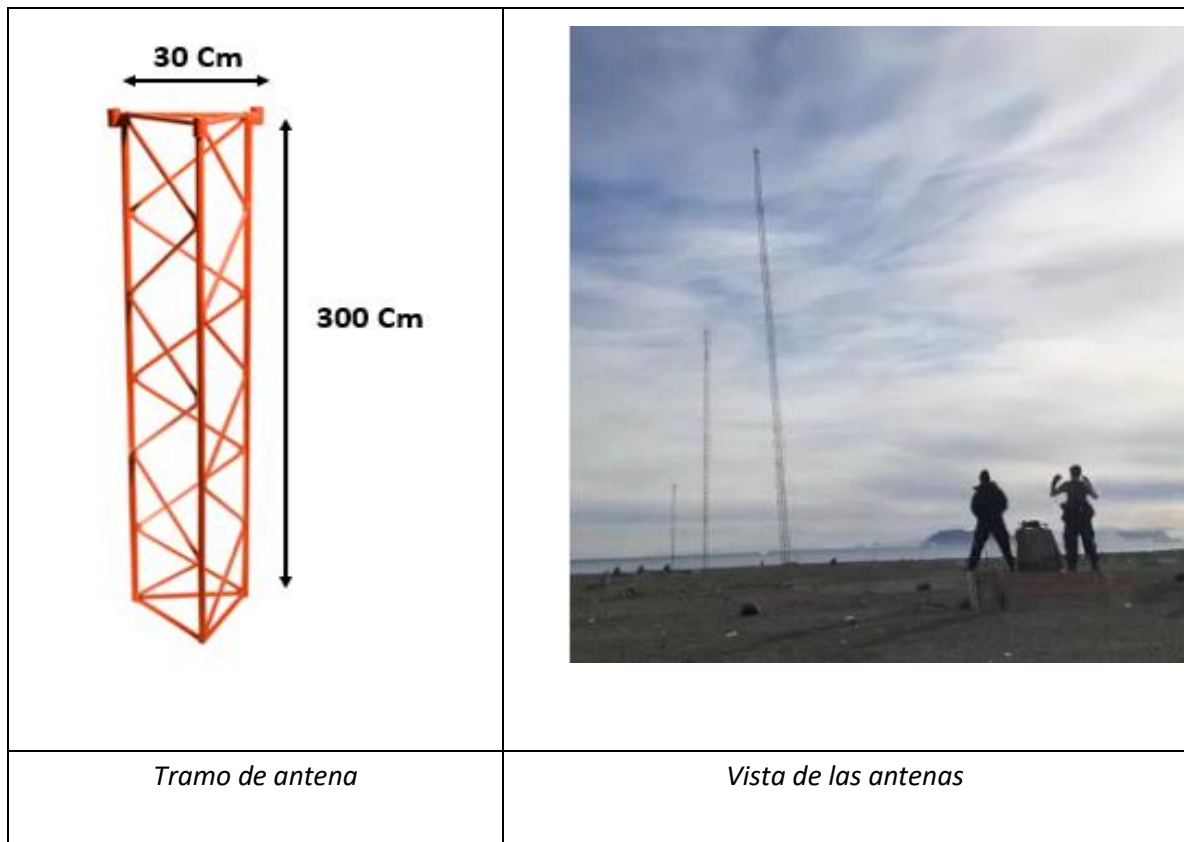


Figura 2: descripción de las antenas.

C) Etapa II Habitabilidad y servicios

El objetivo de esta etapa es aumentar la capacidad para el alojamiento de personal, y contar con espacio suficiente para el acopio de materiales y maquinaria necesaria para el desarrollo de la base.

Esta etapa se ha iniciado como parte del plan de mantenimiento de la base Petrel, en enero de 2023.

Las actividades a desarrollar durante esta etapa están compuestas por dos grupos de tareas.

El primer grupo, está encargado del mejoramiento de las instalaciones y servicios, mediante la puesta en servicio del hangar de la base, el empleo de las viejas edificaciones, la remoción de aquellas estructuras en desuso o sin objeto actual y la remediación ambiental de la base mediante la recolección, clasificación, almacenamiento y repliegue de los residuos históricos de la base.

El segundo grupo, está encargado de la construcción de la nueva Casa Habitación y otras instalaciones. Con respecto a la construcción de nuevas instalaciones, no se iniciarán hasta tanto se dé por aprobada la EMG PETREL.

Las actividades del primer grupo en desarrollo son:

- Tareas residuales de habitabilidad y puesta en funcionamiento de servicios de la etapa anterior.

- Mejoramiento de los servicios de toda la base.
- Mejoramiento de las condiciones de habitabilidad de la base.
- Reordenamiento de las funciones de las instalaciones.
- Reparación y puesta en servicio del Hangar.
- Remoción de estructuras. (Ejecutado en un 80%).
- Clasificación, preparación, y remisión de residuos históricos. (Ejecutado en un 80%).

En general, todas estas actividades señaladas en el párrafo anterior se están desarrollando.

La etapa 2 se mantendrá activa hasta tanto se construyan todas las instalaciones, luego de la aprobación de la EMC Petrel.

Inicio de la construcción de la nueva Casa Habitación

Como se muestra en el cronograma, durante el verano del año 2023/2024 se efectuará el inicio del transporte de cargas orientadas a la construcción de la nueva Casa Habitación una vez que el EMG Petrel sea aprobado.

Esta casa se construirá por módulos. Su construcción se iniciará con dos módulos: el módulo científico y el de servicios, que se corresponden a los módulos más al norte de la Casa Habitación. La construcción de estos dos módulos equivale a unos 800 m².

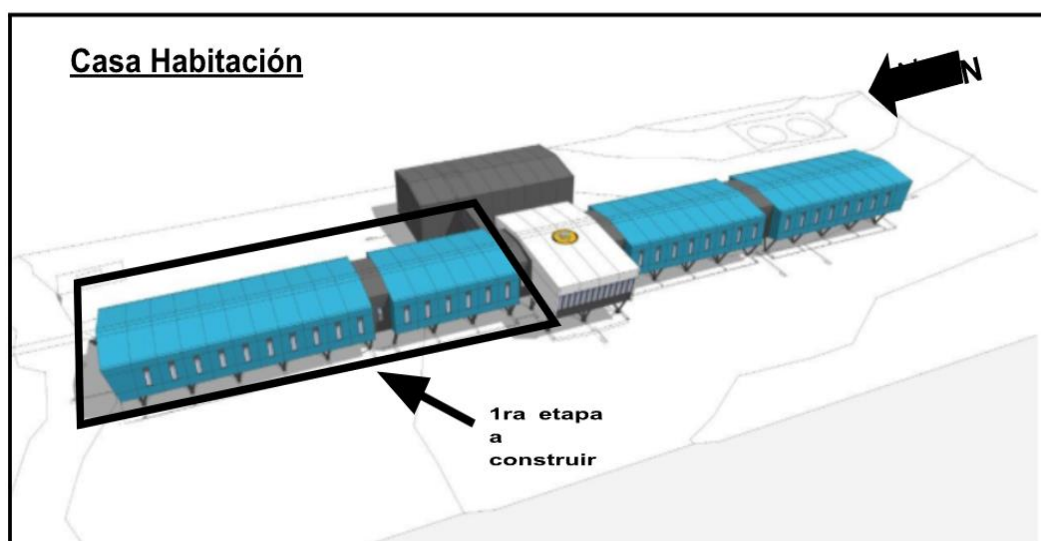


Figura 3: vista general Casa Habitación

Transporte de las cargas para la casa

El transporte de la carga se hará empleando el Rompehielos ARA "ALMIRANTE IRÍZAR" y se desembarcará mediante el uso de helicópteros y/o pontón.

Las cargas a ser transportadas para la base son las que figuran en el punto 2.1.4 Cronograma de cargas, estimadas para el desarrollo de la base Petrel.

En caso de usarse el pontón de transporte para llevar las cargas desde el buque hacia la costa, se lo hará tomando playa en los lugares ya indicados como lugares de desembarco en el EMG Renovación base Petrel (punto 2.2.8.3 Selección de las zonas de desembarco y embarco). Desde allí, serán transportados a las zonas de estiba con los vehículos con los que cuenta la base.

En caso de emplearse los helicópteros, las cargas serán desembarcadas en las zonas de estiba estipuladas para la nueva Casa Habitación.

- Las zonas de estiba de la carga para los módulos de base Petrel serán las siguientes:
- Toda la panelería y servicios quedarán estibados dentro del Hangar.
- El material de hierro galvanizado quedará estibado en la zona próxima a donde se encontraba la antigua platea de la ex Casa Principal, incendiada en 1976, ya que en ese sector se construirá la nueva casa habitación.

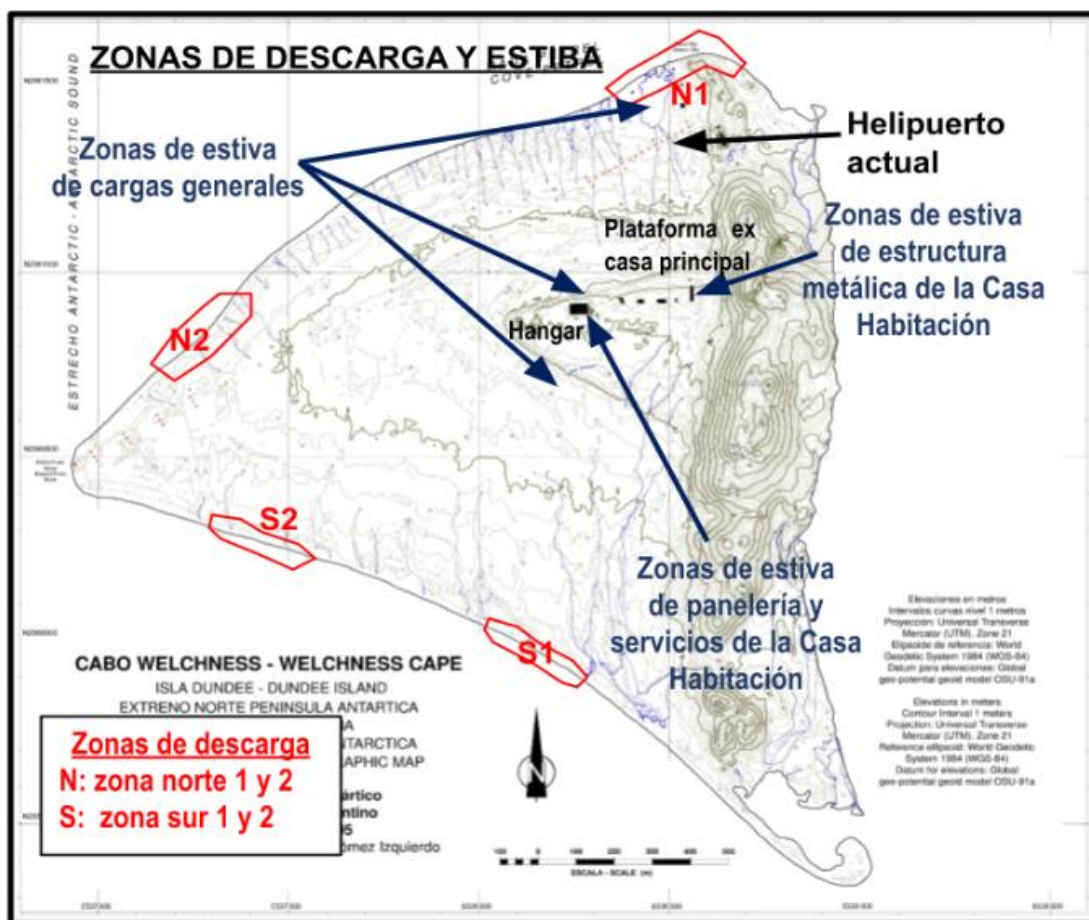


Figura 4: Zona de descarga y estiba

Infraestructura auxiliar

Se define como infraestructura auxiliar, a los fines de este estudio, a aquellas estructuras que no son determinantes en su tamaño o importancia pero que tienen características particulares que hacen al funcionamiento de la base o son puntos característicos de la misma (ver Anexo- 8).

Consideramos como tales a las siguientes estructuras:

- *Estación Meteorológica automática.* Estará ubicada sobre la costa norte del Cabo Welchness. Se instalará luego de la puesta en funcionamiento de la terminal de pasajeros, y servirá para efectuar los pronósticos meteorológicos en apoyo a las operaciones aéreas de la base.
- *Torre de control.* Será la obra de infraestructura de mayor altura de la base. Integrará el edificio de la terminal de pasajeros. Tendrá una altura de 12 m y sobre su techo contará con una antena y una baliza de 5 m de altura.
- *Baliza Sky.* Estará ubicada en la costa NE del Cabo Welchness, constituye una ayuda a la navegación.
- *Antena Satelital.* Con un plato de un radio de 1,8 m, proporciona el enlace satelital (voz y datos) con el continente americano. Se encuentra en la actualidad en proximidades a la actual Casa Habitación. Se prevé su cambio de lugar una vez que la nueva Casa Habitación se encuentre habilitada. Será ubicada en las proximidades de la cara norte del módulo Laboratorio.
- *Estaciones de bombeo.* Serán empleadas para impulsar fluidos en las diferentes cañerías. Habrá estaciones de bombeo para combustible y en la red de agua. Estas estaciones estarán ubicadas en pequeñas estructuras para la protección de los equipos. Serán operadas en forma manual.
- *Punto de volcado de aguas tratadas.* Estará ubicado sobre la costa sur del Cabo Welchness y será parte del sistema de tratamiento de aguas grises y negras. Consistirá en una pequeña casilla para la guarda de equipos para el mantenimiento de la cañería calefaccionada que volcará las aguas tratadas al Estrecho Antártico.
- *Caminos y red de agua, cloacal y de combustible,* ya detallados en el EMG Renovación Base Petrel.

Caminos

Se proyecta una red de caminos que cuenta con un camino principal (orientación N-S), que se encarga de conectar el sector portuario con el sector de servicios de la Base que se encuentra en la plataforma superior, la que a su vez cuenta con una extensión de 500 m. Por otra parte, dentro de la plataforma superior se propone una red que interconecte todos los edificios de este sector entre sí, hasta alcanzar una extensión de alrededor de 1.310 m de trazado vial.

Por último, también se proyecta un camino de 630 m (E-O) que conecte la Terminal de Pasajeros con el camino principal mencionado en un principio, pero por la plataforma inferior, con un diseño que imita el contorno de la plataforma superior.

Los caminos están proyectados sobre huellas preexistentes y por lo tanto proporcionarán sustentación suficiente para el tránsito de los vehículos. Se proyecta, no obstante, el rediseño de acuerdo a los siguientes parámetros:

Parámetros de diseño:

- Radio de curva mínimo: 14 m.
- Pendientes longitudinales máximas 15%.
- Pendientes transversales máximas 3%.
- Velocidad de diseño: 30 km/h.
- Carga máxima: 20 t.

- Ancho de calzada: 4 m (sin banquina).

Los caminos serán de suelo consolidado, buscando que los movimientos de suelos sean localizados. Se excavará en los lugares necesarios y el suelo sobrante se utilizará para rellenar en lugares que requieran nivelación.

En el recorrido del camino se prevé el cruce, en distintos puntos, de instalaciones, ya sea de red de agua potable, recolección cloacal, red de distribución de combustible o instalación eléctrica. Se planteará entonces una solución donde se cruzarán los caños por debajo de la calzada del camino y se reforzará la capa rodante con un material que permita a los vehículos cruzar con precaución, sin generar un daño al camino ni a las instalaciones.

Durante el invierno, se realizará el mantenimiento de los caminos mediante el barrido de nieve para permitir la circulación de vehículos a rueda.

Consideración de las rutas desde las zonas de aterrizaje hasta la estación.

La posición del lugar de desembarco de cargas cuenta con conexión hacia las distintas edificaciones existentes y futuras mediante caminos creados para los vehículos. Además, de tener una ubicación cercana a la pista futura, el lugar de desembarco tiene una muy buena comunicación con todas las instalaciones de la base.

Cañería de agua potable y de efluentes cloacales

La totalidad de las edificaciones propuestas contará con instalación sanitaria completa, tanto de provisión de agua potable como de recolección de efluentes cloacales, por lo tanto, ambos trazados de cañería irán en paralelo.

Se proyectan tres trazados principales de cañerías sanitarias, todas ubicadas por dentro de la planicie superior de la Base. La primera de las cañerías (orientación O-E) recorre por el norte de la línea de edificios que contiene a la Terminal de Pasajeros y al Hangar, Usina, entre otros, hasta el Módulo Técnico anexo a la Casa Principal con una extensión de 550 m. El segundo trazado (orientación N-S) comienza en el lado sur del Módulo Técnico y culmina en la Planta de Tratamiento Cloacal, mientras que el tercero (orientación O-E) comienza en el Hangar de MI-17 para también culminar en la Planta de Tratamiento, realizando su recorrido por el lado sur de esta línea de edificaciones, con una extensión de cañería 165 m para el segundo y 175 m para el tercero respectivamente.

Por último, se cuenta con un tramo de cañería sanitaria secundario que une la Casa de Emergencia ubicada en la plataforma inferior, con el primer tramo de cañería mencionado anteriormente.

El trazado de cañería poseerá cambios de direcciones verticales acordes a la altimetría del terreno, usándose únicamente cambios de direcciones de 45° para obtener la menor pérdida de caudal y velocidad posible. Mientras que los cambios de dirección horizontales admitirán además de los de 45° antes mencionados, codos de 90°. Los conductos que transportarán agua potable serán debidamente presurizados, utilizando equipos de bombas presurizadoras de potencia según cálculo. Los conductos cloacales se proyectarán para trabajar a escurrimiento libre en algunos sectores, y

presurizados en otros (a definir según el proyecto). Toda cañería que esté en contacto directo con el exterior será revestida y calefaccionada para evitar el congelamiento de los líquidos que transportan.

Cañería de combustible GOA

El trazado de provisión de combustible (orientación N-S) será el más extenso, de principio a fin, que se encontrará en la base. Este abarca casi 900 m de cañería fija y alrededor de 300 m de cañería flexible removible.

El tramo removible se extiende desde el final de la plataforma móvil hasta tierra firme, y se utilizará únicamente cuando haya una embarcación atracada en el desembarcadero. El tramo fijo comienza en el sector portuario y recorre una extensión que llega hasta la ubicación de los tanques cisterna de almacenamiento de combustible, ubicados en la zona sur de la plataforma superior. Este mismo recorre a la par del camino principal, cuya orientación es la misma que la traza de GOA.

También la red cuenta con dos tramos secundarios, los cuales comienzan desde los tanques de almacenamiento y son los encargados de proveer de combustible a las Usinas Principal y Secundaria. El tramo que provee a la Usina Principal tiene una extensión de 350 m, recorre paralelamente al tramo principal, para luego cambiar de dirección y acoplarse con la línea de cañerías sanitarias que corre por el lado norte de los edificios antes de terminar en la Usina Principal. El tramo que termina en la Usina Secundaria nace del tramo que provee a la Principal mediante un ramal a 45°, y tiene una extensión de 100 m.

Tal y como ocurre con las cañerías sanitarias, los cambios verticales serán acorde a los cambios del terreno según altimetría, únicamente usando cambios de dirección de 45°. Al contrario que el sanitario, los cambios de dirección horizontal admitirán únicamente codos de 45° para aumentar la eficiencia de la bomba o bombas hidráulicas encargadas de la impulsión de fluido.

Las cañerías de todas las instalaciones antes mencionadas serán de material acorde a las condiciones meteorológicas que el continente blanco demanda.

Para más información consultar el Anexo 5- combustibles.

Otras instalaciones auxiliares

Con respecto a otras instalaciones, todas ellas serán situadas en la plataforma central del Cabo Welchness por razones de seguridad. Por otra parte, se está analizando la colocación de la estación meteorológica sobre la costa norte para evitar distorsiones ocasionadas por el viento y las temperaturas provenientes de las instalaciones.

No se prevén instalaciones de alturas superiores a la torre de control que tendrá 10 mts de altura.

Descripción de la instalación de sistemas de suministro y almacenamiento de combustible.

Información adicional sobre: volumen del combustible vertical (para justificar que la bandeja de contención antiderrames de 500m³ tiene volumen suficiente); colocación, soldadura y prueba

de geomembrana para evitar fugas; gestión de la acumulación de nieve y agua en la bandeja antiderrames (incluyendo tratamiento de agua para eliminar contaminantes de hidrocarburos).

En Anexo 5 se describe “Red de Abastecimiento y Distribución de Combustible”, con el detalle de la información solicitada. Asimismo, se adjunta documento “Informe Técnico Tanques Verticales”.

Bateas antiderrame

Los tanques verticales serán instalados en bateas antiderrame clavadas en el suelo de la base. La disposición y conformación de las bateas es similar a la de las lagunas a fabricar.

El primer paso es evaluar el tamaño de la batea en función a la capacidad del tanque. Las experiencias observadas apuntan a un metro y medio de profundidad máxima.

La experiencia del uso de los tanques verticales y su implementación con bateas antiderrames es tomada de la mina Valedero, ubicada en la provincia de San Juan, Argentina, mientras que la experiencia del uso de lagunas artificiales surge de la reparación integral de la laguna de la base Marambio.

Las bateas se cavarán en el suelo con las maquinarias disponibles. Luego se nivelará el piso y se procederá a impermeabilizarlas con la colocación de la geomembrana.



Figura 5: Vista de una batea de antiderrame con geotextil

Impermeabilización de toda la superficie

Existe una amplia variedad de geomembranas de distintos polímeros, como polietileno de alta densidad (HDPE), polietileno de baja densidad (LLDPE) o polipropileno flexible (FPP), e inclusive varios trabajos son multicapas de distintos materiales.

Las geomembranas de polietileno están específicamente diseñadas para trabajar en condiciones expuestas. Se fabrican con diferentes polímeros y bajo estrictas normas de calidad. Ofrecen una excelente resistencia química, mecánica y a los rayos U.V. Son ideales para la contención de líquidos, gases y sólidos. Además, brindan la posibilidad de ensayar la totalidad de las uniones soldadas y la integridad de la lámina in situ mediante rigurosos protocolos de calidad conforme a normas ASTM D.

Según la experiencia transmitida por las empresas consultadas, se sugiere colocar el rollo de geomembrana sobre un terraplén, y con la ayuda de una máquina o tres operarios, tomar uno de los extremos e ir estirando el material desde uno de los terraplenes, atravesando el lecho hasta volver a subir por el terraplén opuesto.

Se colocará la geomembrana en toda la superficie de la batea o laguna, buscando la distribución óptima de los paños para tener la menor cantidad de soldaduras. Por último, en la parte superior de cada talud, se deben colocar los anclajes para fijar el material geotextil y evitar su desplazamiento por acción de los fuertes vientos propios de la Antártida.

Luego de un estudio de factibilidad donde se evaluaron los distintos materiales, los resultados de la Tabla 1 - Columna SDH 250 (p 18) muestran que el LLDPE es el más adecuado por sus características técnicas, a su vez se cuenta con la experiencia brindada por el área técnica de la Mina VELADERO ubicada en la alta montaña de la Provincia de SAN JUAN, la cual tiene condiciones ambientales y climáticas similares a las de la Antártida.

Tabla 1: estudio factibilidad, ver columna SDH 250

MacLine®SDH		075	100	150	200	250
Propiedades Físicas		Método de Ensayo				
Espesor promedio (mm)	ASTM D5199	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50
Densidad (g/cm ³)	ASTM D792	< 0,939				
Cantidad de negro de humo (%)	ASTM D4218	2,0 - 3,0				
Dispersión de Negro de humo	ASTM D5596	Categoría 1 - 2				
Propiedades Mecánicas						
Resistencia a tracción en la rotura (kN/m)	ASTM D6693	20	27	40	53	66
Elongación a la rotura (%)	Tipo IV	800				
Resistencia al rasgado (N)	ASTM D1004	70	100	150	200	250
Resistencia al punzonado (N)	ASTM D4833	190	250	370	500	620
Punto rotura (%)	ASTM D5617	30				
Tiempo de inducción oxidativa (min)	ASTM D3895	100				
Dimensiones						
Largo rollo (m)		120	100	100	100	100
Ancho (m)		7,01	7,01	7,01	7,01	7,01
Área (m ²)		841,2	701	701	701	701

Uniones de la geomembrana

Las geomembranas para este tipo de proyecto se deben unir mediante soldaduras por sopladores de aire caliente o realizadas por cuña caliente mediante los cuales se calienta el material, y por medio de presión con rodillos se genera la fusión de las caras de contacto de los paños.



Figura 6: soplador de aire caliente



Figura 7: cuña caliente

Para los detalles de soldadura particulares, como arreglos, parches y la colocación de paños que no puedan realizarse por medio de los equipos mencionados anteriormente, se deberá utilizar una extrusora, mediante la cual se utiliza el material de aporte del mismo tipo que la geomembrana en formato varillas de soldadura.



Figura 8: soldadura por extrusión



Figura 9: rollo de material de aporte

Drenaje

En las lagunas se puede construir un drenaje de material para evitar que las lagunas rebalsen y eso pueda afectar la fijación de la membrana de geotextil. Las bateas antiderrame, por su parte, no tienen drenaje.

Finalización

En el caso de las bateas antiderrame, como se ve en las imágenes, se rellena el suelo con material del suelo a los efectos de proteger la membrana. También puede construirse una escalera o rampa, para el acceso de las personas o maquinarias que puedan retirar la nieve que se acumule en su interior.

Explotación de canteras

Ver 2.2 explotación de canteras y Anexo 9- agregados materiales.

D) Etapa III Prestación de servicios a propios

El objetivo de esta etapa es la de dar inicio al empleo de la base como centro científico y como terminal de transferencia de pasajeros y cargas del Programa Antártico Argentino.

Las principales actividades a desarrollar durante esta etapa serán:

- Construcción y puesta en funcionamiento de los laboratorios científicos.
- Finalizar la construcción de la nueva Casa Habitación.
- Construcción de la Terminal de pasajeros y torre de control, la nueva usina y la planta de tratamiento de líquidos cloacales.
- Puesta en servicio de la pista de aterrizaje principal en forma provisoria para aterrizaje de aeronaves C-130 y construcción de los servicios asociados a la pista de aterrizaje.

E) Etapa IV Prestación de servicios a terceros

El objetivo de esta etapa es lograr que, a partir de sus capacidades remanentes, Petrel pueda operar como terminal de transferencia de pasajeros y cargas a otros programas antárticos.

Las principales actividades a desarrollar durante esta etapa serán:

- Construcción de depósitos destinados a materiales en tránsito para terceros.
- Operación de helicópteros/Twin Otter en forma permanente.
- Finalización de la construcción y puesta en servicio de la Torre de Control.
- Puesta en servicio de pista de aterrizaje principal para aterrizajes de C-130 con los servicios asociados a la misma.
- Finalización de construcción de edificios y optimización de servicios.

F) Etapa V Consolidación

Esta etapa estará orientada a lograr el funcionamiento pleno y eficiente de la base. Sus actividades comprenden la optimización y mejoramiento de los sistemas de la misma

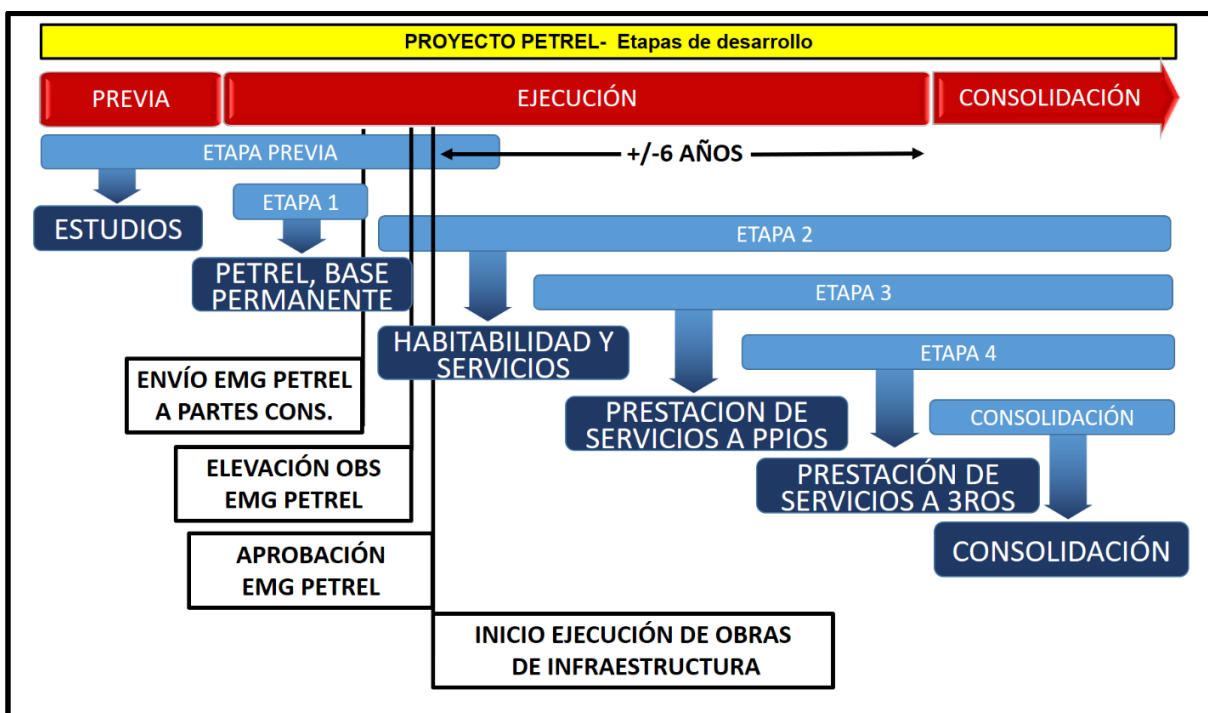
El inicio de esta etapa marcará la finalización de las tareas de recuperación y modernización, dando paso a los planes de mantenimiento y mejoramiento de la base Petrel.

El empleo pleno de la base permitirá recoger información para mejorar tanto el desempeño logístico y de infraestructura, como su desempeño en términos de impacto medio ambiental. El registro de las actividades y la obtención de estadísticas en los años previos proporcionarán información de valor.

Esta etapa permitirá entonces iniciar nuevos estudios y desarrollos de proyectos que faciliten la optimización de su funcionamiento con base en los datos obtenidos.

A partir de esta etapa, el personal científico y logístico y las cargas del Programa Antártico Argentino pasarán por base Petrel para su posterior distribución a otras bases y /o campamentos.

Las previsiones de personal en esta etapa son las detalladas en el Punto 3.



Cronograma de Desarrollo.

Las etapas anteriormente mencionadas se materializan a través de un cronograma de desarrollo en el cual se establecen, en forma esquemática, las oportunidades de ejecución de las tareas a desarrollar para la construcción de los nuevos edificios y sistemas, como también las de desarmado y remoción de las viejas estructuras.

El cronograma de desarrollo materializa la ejecución de las etapas en el tiempo y constituye un programa de actividades macro que responde a las necesidades priorizadas para el desarrollo de la base. Se trata de un esquema que no excluye su modificación con base en las situaciones que se puedan presentar durante su ejecución.

Alternativas

En el análisis de alternativas fue considerada la posibilidad de no proceder con la renovación de la Base Petrel. También se consideraron diferentes alternativas para mejorar los edificios actuales. Estas alternativas se descartaron porque implicarían, en el corto plazo, el cierre de la Base Petrel, ya que los servicios, sistemas e instalaciones ya han cumplido su ciclo de vida. De hecho, la alternativa de usarla como Base Temporaria no fue eficiente. De esta manera se trabajó en distintas alternativas para el diseño de la Base, el tipo de edificios, el tipo de soluciones de ingeniería civil y mecánica para construir y operar la estación y las pistas propuestas, las distintas orientaciones y largo de la pista, las opciones de centrales fotovoltaicas, así como la logística para el proyecto y la deconstrucción de la estación existente.

Alternativas a los métodos constructivos

En conjunto con las necesidades señaladas sobre la construcción de nuevas instalaciones en la base Petrel, se evaluaron los diferentes materiales para su construcción, a los efectos de determinar los métodos más seguros o adecuados a emplear.

Para esta evaluación, se tomó en cuenta la experiencia en la construcción de las instalaciones en bases argentinas y las tendencias de las construcciones antárticas actuales junto a la disponibilidad de nuevos materiales.

De esta manera, la primera clasificación de métodos constructivos es la siguiente:

- Edificios de estructura de madera/hierro estructural, con paneles de madera y chapa.
- Edificios de material (hormigón, mampostería y chapa).
- Edificios de estructura metálica y chapa.
- Edificios de estructura metálica y paneles tipo sándwich.

Tabla 2: comparación entre las alternativas a los métodos constructivos

N°	Propuesta Aspecto a considerar (Valorado en función a las posibilidades de 1 a 5)	Edificios de estructura de madera/hierro estructural, con paneles de madera y chapa	Edificios de material (hormigón mampostería y chapa)	Edificios de estructura metálica y chapa	Edificios de estructura metálica y paneles tipo sándwich.
1	Facilidad para su transporte considerando sus volúmenes y pesos y su manipulación Menor esfuerzo: 5 Mayor esfuerzo :0	La estructura metálica puede ser dividida para su transporte. El resto de los materiales puede ser fraccionado para facilitar su transporte y manipulación en los buques. Valor asignado: 5	Grandes volúmenes y peso de los materiales necesarios (cemento, hierro, arena y piedra) Pueden obtenerse algunos materiales en la zona (piedra). Valor asignado 2	De fácil transporte. Puede ser fraccionado para facilitarlo. Valor asignado 4	Transporte complejo por los volúmenes de la panelería y bultos de estructura metálica. Valor asignado: 5
2	Facilidades para el desembarco de las cargas desde el medio de transporte a la base. Óptimo: 5 Nulo: 0	La posibilidad de preparar las cargas en bultos de pequeño volumen facilita su descarga en la base, ya sea en Helicóptero, Pontón, lancha de desembarco o bote. No puede mojarse la madera. Valor asignado: 0	La descarga en helicóptero implica mayor costo de hs de vuelo por peso de la carga. Apto para la descarga en pontón y lancha de desembarco. Descarga limitada en bote. De difícil manipulación en la costa. Requiere maquinaria en tierra. No pueden mojarse los materiales Valor asignado: 2	No es conveniente su descarga en bote. Fácil de descargar en otros medios. Dificultad media de manipulación en tierra. Requiere maquinaria en tierra. Valor asignado: 0	Complejo. Es necesario el empleo de helicópteros y pontón. Limitado para el empleo de lanchas de desembarco. Nulo desembarco en botes. Requiere maquinaria en tierra. Valor asignado: 5
3	Facilidad/complejidad constructiva de las instalaciones Mayor: 5 Nulo:0	En general es necesario la preparación de los materiales para la construcción (cortes de madera, soldadura de estructuras, etc) Existe un trabajo mayor en la confección de paneles el control de filtraciones de aire y agua (paredes y techos) Es un trabajo de tipo artesanal. Valor Asignado 0	Necesidad de contar con aditivos anticongelante. Es necesario ejecutar la obra en etapas para facilitar la preparación y fraguado del hormigón. Es el método constructivo más lento. Valor asignado 1	De fácil construcción. Requiere pilotes de hormigón o madera. Valor asignado: 1	De construcción compleja pero rápida. Es necesario efectuar prácticas y tener personal especializado. Valor asignado: 5
4	Residuos producidos y niveles de impacto ambiental Menor: 5 Mayor:0	Reducido. En general los materiales pueden ser reutilizados (Chapa, hierro, madera y aislante). Impacto ambiental bajo por escaso volumen. Hay que adoptar medidas para evitar la dispersión. Valor asignado : 3	En general los materiales pueden ser reutilizados. Impacto ambiental bajo. Hay que adoptar medidas para evitar la dispersión. Valor asignado:2	En general los materiales pueden ser reutilizados. Valor asignado: 4	Los materiales pueden ser reutilizados. Los restos de paneles deben ser replegados. Valor asignado: 3
5	Eficiencia del aislamiento térmico de las instalaciones Mayor: 5 Menor: 0	Medio, limitado al tipo de aislante y las filtraciones Valor asignado : 3	Escaso. Es necesario el recubrimiento de la mampostería. Valor asignado : 2	Mínimo por ser conductor de temperatura. Su aislamiento requiere otros materiales especiales. Valor asignado : 1	Máximo aislamiento. Es necesarios el empleo de barreras térmicas en las bases. Valor asignado : 5
6	Durabilidad relativa. Mayor: 5 Menor: 0	Baja Valor asignado: 0	De acuerdo a la calidad de la construcción y a los materiales que complementan al hormigón (chapas y estructuras) En general es alta Valor asignado: 1	Durabilidad media. Se ve afectada por la proximidad del mar (corrosión) Valor asignado: 1	Alta durabilidad. (base Esperanza tiene estructuras de 50 años). Es necesario emplear materiales resistentes a la corrosión. Valor asignado : 5
7	Facilidad y frecuencia de mantenimiento Menor: 5	Fácil mantenimiento, pero constante Valor asignado: 5	De fácil mantenimiento, pero frecuente. Valor asignado: 4	De fácil mantenimiento programado. Requiere tareas mayores cada cierta cantidad de tiempo (reemplazo de partes por	De fácil mantenimiento y baja frecuencia Valor asignado: 0

N°	Propuesta Aspecto a considerar (Valorado en función a las posibilidades de 1 a 5)	Edificios de estructura de madera/hierro estructural, con paneles de madera y chapa	Edificios de material (hormigón mampostería y chapa)	Edificios de estructura metálica y chapa	Edificios de estructura metálica y paneles tipo sándwich.
	Mayor: 0			corrosión). Valor asignado: 2	
	Totales	16	14	13	28
	Valor máximo 35 pts	45,7%	40,0%	37,1%	80,0%

Como se aprecia, el único método constructivo que se destaca es el de estructuras metálicas con paneles tipo sándwich, que es la tendencia actual en las bases más modernas. Esta, será la modalidad a priorizar en todas las estructuras a construir.

Materiales a ser empleados en la construcción de las instalaciones

Todas las instalaciones serán construidas con el empleo principal de estructura metálica y paneles tipo sándwich, con ventanas de PVC con triple o doble vidrio y puertas estancas. En aquellas instalaciones destinadas a grandes cargas o guarda de vehículos se emplearán portones corredizos.

En este sentido, las principales cargas a transportar, sin contar los abastecimientos propios de la base, serán estructuras de hierro y panelería. En menor medida, se encontrarán aquellos materiales dirigidos al funcionamiento y equipamiento de las instalaciones. Por último, estará la maquinaria.

Cargas estimadas a transportar para el desarrollo de la base Petrel

Las cargas serán transportadas por barco hasta la costa de la base y desde allí serán desembarcadas en Helicóptero, pontón (barcaza a motor), lanchas de desembarco y botes.

Las cargas serán transportadas para sus lugares de estiba y luego, de acuerdo a las necesidades a los lugares destinados para la construcción de cada instalación.

En el proceso constructivo global de la base, se considera que la construcción de las instalaciones se efectuará de una por vez y como máximo y en algunas oportunidades la construcción de dos instalaciones a la vez.

Cronograma de cargas estimadas a transportar para el desarrollo de la base Petrel

(No contempla cargas para el abastecimiento de la base)

Año	Tipo de cargas	M3	Tn	Obs
Año 0	Estructuras metálicas	1573	587,4	Se corresponde a actividades de la Etapa II
	Panelería y aberturas	662,1	146,8	
	Bases y servicios	20,69	38,64	

	Total	2069	772,9	
--	-------	------	-------	--

Año	Tipo de cargas	M3	Tn	Obs
Año 1	Estructuras metálicas	1872	699,1	Etapa II y Etapa III
	Panelería y aberturas	788	174,8	
	Bases y servicios	24,63	45,99	
	Total	2463	919,9	

Año	Tipo de cargas	M3	Tn	Obs
Año 2	Estructuras metálicas	5437	2031	Etapa II, Etapa III y Etapa IV
	Panelería y aberturas	2289	507,8	
	Bases y servicios	71,55	133,6	
	Total	7155	2672	

Año	Tipo de cargas	M3	Tn	Obs
Año 3	Estructuras metálicas	4783	1786	Etapa III, Etapa IV y Etapa V
	Panelería y aberturas	2014	446,6	
	Bases y servicios	62,93	117,5	
	Total	6293	2351	

Año	Tipo de cargas	M3	Tn	Obs
Año 4	Estructuras metálicas	3763	1406	Etapa III, Etapa IV y Etapa V
	Panelería y aberturas	1584	351,4	
	Bases y servicios	49,51	92,47	
	Total	4951	1849	

Etapa	Tipo de cargas	M3	Tn	Obs
Año 5	Estructuras metálicas	1286	480,4	Actividades residuales y de

	Panelería y aberturas	977,4	365,1	mejoramiento
	Bases y servicios	411,5	91,27	
	Total	12,86	24,02	

El cumplimiento de estas previsiones se considera evaluando la construcción de las instalaciones sin retrasos y en tiempos ideales.

Condiciones ambientales

La Base Petrel se ubica en el extremo norte de la península antártica, la región con mayor actividad de todo el continente. Específicamente la Base se ubica en la Isla Dundee y dentro de ella en la única zona libre de hielo dentro de la misma, el Cabo Welchness. Este sector consiste en un área triangular abarcando aproximadamente 2,5 km². La mayor parte de este presenta una superficie muy plana de unos metros de desnivel, especialmente en sus bordes externos que limitan con el mar y están erosionados por pequeños chorrillos y los otros márgenes marcan por la cresta de la morena lateral del glaciar Rosamaría. La extensión máxima de este sector plano es de 1950 m en la dirección de nordeste a suroeste y de 1400 m en la dirección de noroeste a sureste. Por criterio de las condiciones ambientales: la ubicación geográfica, características locales del relieve, meteorología; el Cabo Welchness manifiesta un lugar próspero para la construcción de una pista aterrizaje para aeronaves de distintos tipos.

Línea de Base Ambiental

La línea de base ambiental se encuentra aún en desarrollo dado que hay una diferencia, en cuanto a la información disponible entre una base sin uso y una permanente.

En la campaña antártica de verano (CAV) 22-23 se continuaron con los relevamientos geológicos que tienen como objetivo analizar el permafrost y el acuífero en las planicies fluvio-glaciares. Los resultados crudos de estos estudios se encuentran en el Anexo 9- agregados materiales. En la próxima CAV (23-24) se finalizarán estos estudios y se redactará el informe final; se iniciarán los análisis de dinámica costera y perfil de costa; se realizará un relevamiento geológico, geomorfológico y estructural, y de las nuevas superficies expuestas a partir del cambio climático (integrando a la geología existente); se realizará un nuevo relevamiento de la fauna que habita y transita el cabo; se continuará el relevamiento de flora; se iniciará el estudio de la comunidad de macroalgas que habita el intermareal; y se realizará un relevamiento de los sitios contaminados con Hidrocarburos con el objetivo de evaluar la eventual necesidad de realizar trabajos de remediación (ver Anexo 5- combustibles, Programa ImpaCT.AR).

Se proyecta continuar con la recolección de datos para la línea de base en la CAV 24-25: se iniciarán los estudios de la dinámica de circulación en la costa; se comenzará la recolección de datos meteorológicos de serie homologada; y se continuarán los estudios de la comunidad bentónica intermareal.

En cuanto al relevamiento de la flora del cabo, información acerca de la identificación de los organismos a nivel de especie será completada en el transcurso de este año y el próximo.

Evaluación de Impacto Ambiental

El presente documento materializa una Evaluación de Impacto Ambiental completa de las actividades propuestas. La metodología para la evaluación del impacto se basa en las Directrices para la evaluación del impacto ambiental en la Antártida (Resolución 1 (2016)) y sigue un análisis de seis pasos que incluye:

1. Identificar las actividades y acciones involucradas;
2. Identificar el componente ambiental expuesto;
3. Identificar los aspectos derivados de las actividades propuestas;
4. Identificar los impactos;
5. Valorizar la significancia de los impactos identificados y
6. Establecer las medidas de mitigación necesarias.

La evaluación identifica una variedad de impactos directos, indirectos y acumulativos en los componentes ambientales expuestos. Los impactos ambientales más significativos que se espera que surjan de las actividades propuestas son:

- La liberación de gases de efecto invernadero que contribuyen al cambio climático global por el uso de vehículos y maquinarias;
- Alteración en el paisaje físico, en los cursos de agua y vías de agua de deshielo y alteración del permafrost por la introducción de elementos antrópicos;
- Modificación de la calidad del suelo, por liberación de sustancia químicas durante la construcción o en episodios de derrames o pérdidas;
- Modificación de la red de cursos de agua superficial por la construcción de edificios y la pista; y
- Degradación de la costa marina por uso de embarcaciones y liberación de efluentes.

En general, se espera que las actividades propuestas generen una serie de beneficios para el medio ambiente, entre ellos:

- Reducción de la contribución al cambio climático global gracias a una mayor generación de energía renovable, una mayor eficiencia de los edificios, sistemas de la estación propuesta, reducción de consumo de combustible total de cada vuelo asociando a la distancia entre los aeropuertos de origen y destino con el consumo promedio y la redistribución de vuelos;
- Reducción de la contaminación del ambiente marino local a través de mejores prácticas en el tratamiento de aguas residuales;
- Reducción del riesgo de introducción de especies no autóctonas por la aplicación de procedimientos y directrices;

- Una mejora en el apoyo a la ciencia por medio de mejores espacios de laboratorio y mejores instalaciones;

Medidas de mitigación

Se establecieron un total aproximado de 30 medidas de mitigación, siendo las más significativas:

- aplicar las medidas establecidas en el Manual de Prevención de Especies No Nativas (ver Anexo 11);
- cumplimentar lo establecido en el Plan de Gestión de Residuos y en el Instructivo de preparación de residuos de las bases;
- realizar la evaluación del sitio de acuerdo con el Manual de Limpieza del CEP y (b) cumplimentando lo establecido en el Plan de Gestión de Residuos y en el Instructivo de preparación de residuos de las bases;
- evitar la formación de colas de nieve y pie de hielo, (b) afectar el mínimo de la superficie necesaria, (c) no incorporar elementos antrópicos sobre cursos de agua superficiales y (d) controlar que no se produzca la acumulación de agua y
- respetar lo establecido en la Resolución 2 (2004) - Directrices para la operación de aeronaves cerca de concentraciones de aves en la Antártida y (b) establecer las rutas de vuelo evitando el sobrevuelo sobre concentración de aves.

Las medidas de mitigación han sido incluidas en el texto de la versión actualizada (ver EMG ítem 7.3.2).

Programas de monitoreo

Se ha establecido un programa de monitoreo que tiene por objetivo obtener información regular y verificable del impacto de las actividades para la renovación de la Base Petrel, mediante el establecimiento de indicadores de condición y desempeño ambiental, para realizar el seguimiento de los efectos sobre el ambiente del proyecto y evaluar la necesidad de suspender, cancelar o modificar las actividades. El mismo posee tres componentes:

- Programa de Monitoreo de la Condición Ambiental
- Programa de Monitoreo del Desempeño Ambiental
- Programa de Monitoreo del Cambio Climático.

La implementación del Programa de Monitoreo de la Base Petrel estará orientado por la mejor ciencia y tecnología disponible y en cuanto a su implementación estará sujeto a la previsión de fondos acordados en el presupuesto Nacional. Esto implica que hay impactos que son o serán monitoreados en el corto plazo, ej.:

- % de área de sacrificio por uso de caminos (CAV 23-24);
- Presencia y cantidad de derivados de hidrocarburos en el suelo (CAV 23-24);
- Cantidad y tipo de residuos.

- Mapa de cursos de agua superficiales del Cabo Welchness (CAV 23-24).
- Mapa de sitios de acumulación de agua (CAV 23-24).
- Evaluar patrones de uso de hábitat de las especies (CAV 23-24).
- Localizar los parches de vegetación y georreferenciarlos mediante GPS (CAV 23-24).
- Profundidad de la capa activa, temperatura del suelo (CAV 23-24).
- Mapa de lagunas y estimación de volumen (CAV 23-24).

Conclusiones

Luego de la evaluación integral de las actividades propuestas y las medidas de mitigación asociadas, se concluye que es probable que las actividades propuestas tengan un impacto mayor que mínimo o transitorio en el ambiente antártico. De esta forma concluimos mediante esta EMG que las actividades propuestas deben proceder sobre la base de que los impactos positivos en términos de mejoras a la seguridad, protección ambiental y capacidad para apoyar la ciencia son mayores en general que los impactos negativos asociados con las actividades propuestas.



INTRODUCCIÓN

A partir del año 2002 la República Argentina se planteó la necesidad de lograr una mayor eficiencia de las actividades que desarrolla en el continente antártico, concentrándose en respaldar la actividad científico-tecnológica nacional y en la capacidad de prestar a otros países los servicios y el conocimiento necesarios para facilitar sus tareas antárticas, en los casos en que así sea solicitado.

Por ese motivo el Programa de Gestión Ambiental y Turismo (PGAyT) de la Dirección Nacional del Antártico ha preparado esta Evaluación Ambiental Global (EMG) para evaluar los impactos ambientales potenciales asociados con la modernización de la Base Petrel. El proyecto consta de los siguientes componentes: la renovación de los edificios actuales de la base, la construcción de nuevo edificios, la construcción de una zona aeroportuaria con dos pistas de aterrizaje, la construcción de una central fotovoltaica y la ampliación y uso de dos lagunas para abastecimiento de agua. Los edificios, las instalaciones y la infraestructura asociada de la Base Petrel datan de los orígenes de su emplazamiento; por lo cual padecen del deterioro producido por el paso de los años y el clima, principalmente. En este sentido, las actividades propuestas son necesarias a los fines de

que la base mejore su desempeño, cumplimentando los requisitos de la normativa ambiental antártica, y minimizar los impactos debido a posibles contingencias a causa de su actual estado de conservación.

1.1 La Base Petrel

1.1.1 Ubicación de la Base Petrel

La base Petrel se encuentra en el Cabo Welchness, Isla Dundee, situada al este del extremo nororiental de la península Antártica y al sur de la isla Joinville, en el archipiélago de Joinville. La isla Dundee tiene una forma circular con una extensión máxima de 27 km en dirección E-W. Actualmente sus 450 km² están casi totalmente cubiertos por glaciares que forman barrancas de hielo que caen a pique sobre el mar.

En la isla, una de las pocas áreas libre de hielo es el cabo Welchness, que se halla ubicado en la parte occidental. Este cabo consiste en un área triangular que abarca unos 2,5 km². La parte oriental limita con la extensa cubierta de hielo de la isla, la cual está separada por la cresta de la morrena lateral del glaciar denominado “Rosamaría”.

La mayor parte del cabo Welchness presenta una superficie plana de unos pocos metros de desnivel, especialmente en sus dos bordes externos que limitan con el mar y están erosionados por pequeños chorrillos. La extensión del sector plano libre de hielo es de unos 1.500 m en dirección NE-SW, y de 1.400 m en dirección NW-SE. Las condiciones ambientales, ubicación geográfica, características locales del relieve y meteorología indicaron que el cabo Welchness era un lugar apropiado para la construcción de áreas utilizables por aeronaves de distintos portes.

Las instalaciones de la base fueron emplazadas sobre rocas a 18 metros sobre el nivel del mar, al pie del glaciar Rosamaría en la Rada Petrel (única y relativamente pequeña superficie libre de hielo que ofrecía la isla, con acceso por mar y por aire mediante aviones con esquís), punta Bajos del cabo Welchness de la Isla Dundee en el archipiélago de Joinville. Sus coordenadas geográficas son 63°28'S 56°17'O.

El cabo Welchness consiste en un área triangular y relativamente plana que abarca unos 2,5 km². Esta planicie de forma triangular está limitada en uno de sus lados por un alto cordón de sedimentos glaciales (“morrenas”), de desarrollo aproximado N-S paralelo al borde local del campo de hielo de la Isla Dundee (glaciar Rosamaría), y está limitada por el mar, al norte con la Rada Petrel y al Sur con el Estrecho Antarctic. En su parte central, y limitando con la morrena del glaciar Rosamaría, se presenta una zona de altura homogénea sobre elevada de la zona inferior en unos 5 a 7 metros, que constituye la denominada plataforma superior.

La plataforma inferior es una superficie plana con irregularidades de pocos metros de desnivel, especialmente en sus bordes externos que limitan con el mar y están erosionados por arroyos temporarios. Tiene una elevación media de 4 metros sobre el nivel del mar, es suavemente ondulada y tiene una superficie de aproximadamente 1.500.000 m², con 1.900 m de longitud máxima en sentido NE-SW (en dirección de la visual del observador) y de 1.400 m en dirección

NW-SE. En el sector SE hay arroyos temporarios activos que han erosionado cauces de más de 2 m de profundidad.

1.1.2 Historia de la Base Petrel

El marino británico James Clark Ross la había visto en su expedición antártica (1839-1843), pero sin reconocer su carácter de isla. El 8 de enero de 1893 fue reconocida como una isla por el capitán Thomas Robertson, de una expedición ballenera de Dundee (Escocia), de donde zarpó su barco junto a otras tres naves.

A finales de la década del 40, la zona del cabo Welchness de la Isla Dundee había sido seleccionada como punto preferente para instalar allí infraestructura aeronaval dadas las condiciones físicas y meteorológicas del lugar. Durante la Campaña Naval Antártica de 1950/51 se construyó allí el refugio Naval Petrel. A partir de ese año se mantuvo una dotación permanente en la base. Utilizada por la Aviación Naval entre 1951 y 1966, todos los informes recogidos durante cerca de 15 años avalan la instalación permanente en Dundee de una Estación Aeronaval. Las instalaciones de la base fueron emplazadas sobre rocas a 18 metros sobre el nivel del mar, en cabo Welchness, punta Bajos a 63°28'S y 56° 17'W; única y relativamente pequeña superficie libre de hielo que ofrecía la isla, con acceso por mar y por aire mediante aviones con esquís.

Sobre el lado norte del cabo Welchness está el mejor fondeadero que existe en la zona, la rada Petrel, bien protegida contra los frecuentes y violentos vientos del oeste. El único inconveniente de la rada es la persistencia de los hielos que la cierran gran parte del año. Entre el cabo y el glaciar interior de la isla existe una alta morena con materiales pétreos y algunos fósiles acarreados por los hielos, presumiblemente desde algún lugar muy distante.

El mes de enero suele ser el más apropiado para operar con buques, disponiéndose del apoyo de tres balizas: Balbino, Sky (la única que aún está en la base) y una que señala la Punta Bajos, sector peligroso para navegar a causa de sus bajofondos y las rocas a flor de agua. Durante la Campaña Naval Antártica 1966/67, el Batallón de Construcciones Navales efectuó trabajos que dieron por resultado una pista de suelo firme (ripió-tierra), mejorando la ya existente, lo cual la convirtió en una pista de 850 m de largo por 40 m de ancho. Se agregaron además balizas, un hangar metálico, una casa-habitación, equipos de comunicación, antenas, taller y demás medios.

En diciembre de 1966, se la denominó "Destacamento Naval Petrel" y las nuevas obras se inauguraron el 22 de febrero de 1967. La base estaba dotada de aviones de distinto tipo ("Beaver", "Twin Otter", "Hiller Porter") y cumplió tareas de control de tráfico aeronaval y naval en la zona, realizando importantes tareas de relevamiento y salvatajes.

En agosto de 1971 fue el punto de partida del rescate aéreo de un herido y un enfermo de la base británica Fossil Bluff ubicada a 71° de latitud Sur, sobre la costa este de la Isla Alejandro I. Para ello se destacó un avión Fairchild Pilatus PC-68, matrícula 4-G-1. El itinerario realizado fue desde la base Petrel, base Matienzo, base Palmer, base Adelaida, base Fossil Bluf. Y de allí a base Palmer - base Marambio, ciudad de Río Gallegos, ciudad de Buenos Aires, hasta ser llevados al Hospital Británico.

El gobierno británico dio su agradecimiento por tal rescate a nuestro país, hecho poco conocido, pero fue un hito más en la historia de los rescates realizados por nuestro país en el continente blanco. Durante el invierno de 1974, un incendio en la casa principal obligó a la evacuación de todo el personal y la readecuación temporal de un obrador como casa. En febrero de 1978 pasó a ser una base temporaria de verano. A inicios de este siglo se retomaron los estudios tendientes a la reactivación de la base, con fundamento en la decisión de avanzar en ellos tomada durante el año 2020.

A partir del año 2002, la República Argentina se planteó la necesidad de lograr una mayor eficiencia de las actividades que desarrolla en el continente antártico, concentrándose en respaldar la actividad científico-tecnológica nacional y en fortalecer la capacidad de prestar a otros países los servicios y el conocimiento necesarios para facilitar sus tareas antárticas, en los casos en que así sea solicitado.

Los estudios requerían que la eficiencia buscada no demandará una mayor cantidad de buques, aeronaves y vehículos que los empleados hasta ese momento en las actividades científico-técnicas y logísticas del programa antártico argentino. De igual forma, tampoco deberían implicar una mayor utilización de los buques y aeronaves, es decir debía mantenerse la cantidad de días de empleo de los buques y horas de vuelo de las aeronaves.

Luego de varios análisis, se efectuaron relevamientos tendientes a determinar la aptitud, factibilidad y aceptabilidad del reacondicionamiento de la base Petrel como centro multimodal de intercambio de cargas y pasajeros. Para ello, se planeaba desarrollar un puerto de aguas profundas y un aeródromo apto para la operación durante todo el año de aeronaves de mediano y pequeño porte, junto con los servicios asociados a estos dos modos de transporte.

Así se determinó que el desarrollo de la” Base Petrel “permitiría expandir las posibilidades de la ciudad de Ushuaia y crear un puente aéreo entre esta ciudad y Petrel. A partir de esta fecha se inician las acciones para reactivar la Base Antártica Petrel como base temporaria. Para la campaña 2015/2016 se planificó la primera invernada, pero, por diversos inconvenientes no pudo concretarse y sólo continuó operando como base temporaria. A partir de la campaña 2017/2018, los ajustes presupuestarios impidieron su apertura como base temporaria y permaneció cerrada hasta que durante la CAV 2022 se reabrió de forma permanente.

1.1.3 Descripción de la Base Petrel

Las instalaciones de la Base se encuentran ubicadas en dos sectores bien diferenciados. La primera, la Casa Habitación se encuentra en el sector norte del Cabo Welchness sobre la pendiente descendente de la morrena frontal que marca el límite con el glaciar. Sobre la costa, se encuentra el Depósito Portuario. El resto de las instalaciones se encuentran en la plataforma superior de la zona, constituyendo una serie de edificaciones dispuestas en forma lineal (E-W).

Los edificios con que cuenta en la actualidad la base son:

- Casa Habitación.

- Usina Principal.
- Hangar.
- Depósito de instalaciones (herramientas y repuestos de ferretería).
- Cámara frigorífica.
- Cisternas.
- Usina Auxiliar.
- Casa de emergencia.
- Galpón de automotores.
- Pista

1.1.4 Descripción General de las Instalaciones

Las edificaciones datan de los orígenes de la base y no han sido mantenidas durante las últimas décadas, con lo cual, muchas se encuentran en mal estado. La habitabilidad, en algunos casos, presenta un estado mínimo. Bajo este contexto, en el área de la base, se encuentran emplazadas dos series de edificaciones. Una integrada por el hangar, la ex usina, la casa de emergencia, el galpón de automotores y la cámara frigorífica. Estas se encuentran alineadas perpendicularmente en referencia a la punta Bajos. La otra serie, está integrada por la casa principal (habitación), la usina y un recinto de materiales, encolumnados en referencia al depósito morrénico producto de la actividad en el pasado del glaciar Rosamaría. Todas estas edificaciones padecen del deterioro producido por el paso de los años, el clima y la falta de mantenimiento regular por el tiempo durante el cual la base no se ha utilizado. Es para resaltar que los dos grupos de edificaciones distan entre sí al menos 500 m. Las instalaciones que integran actualmente la Base Petrel son las siguientes.



Figura 11: vista aérea de las instalaciones

1.1.4.1 Casa Principal

Se encuentra sobre el sector norte, en la plataforma inferior próxima a la morrena del glaciar. Su ubicación es a 450 m del grupo de instalaciones de servicios. La casa es de paneles de madera con techo de chapa acanalada. Está constituida por cinco módulos que señalan su construcción por etapas. Tiene una superficie total de 275,34 m². En los años en que la base fue operada como base transitoria se la acondicionó. Es una construcción compuesta por cinco partes son:

- Alojamiento (ocho Dormitorios).
- Dormitorio, Estar, Sala de Juegos, Enfermería y Radio Estación.
- Baño, Entrepiso y Hall de Entrada.
- Comedor.
- Cocina y dos Depósitos.

En los años en que Petrel fue operada como base transitoria, la misma fue acondicionada. El último año de funcionamiento, se le hizo todo el cableado nuevo y la instalación de estufas en miras a que la base Petrel funcione durante todo el año. En la actualidad, se siguen realizando tareas en los sistemas eléctricos, de gas, agua, red cloacal y aislamiento; para el funcionamiento óptimo de la casa. Salvo las tareas citadas, no se realizaron grandes obras de infraestructura en ella por cuanto se prevé su remoción. La casa seguirá siendo empleada hasta que sea reemplazada por la nueva casa principal de la base. Una vez producido dicho reemplazo, la misma será desmontada.

1.1.4.2 Hangar

Es una construcción metálica recubierta con chapa acanalada de unos 1150 m² (25,3 m de ancho por 45,5 m de largo). Su suelo es de concreto y cuenta con dos portones de acceso. El estado de su estructura es bueno; aunque es necesario realizar el recambio de algunas chapas acanaladas y la reparación completa o recambio de los portones, por encontrarse sus rodamientos y guías en avanzado estado de corrosión. Cada portón tiene ocho hojas y cada una mide 3 m de ancho por 6 m de alto. Tuvo en los últimos años una gran cantidad de residuos en su interior (que han sido retirados).

1.1.4.3 Casa de Emergencia

El edificio se encuentra en muy buen estado de conservación. Se debe completar la instalación eléctrica, de agua y gas. Presenta limitaciones en cuanto al sistema cloacal por encontrarse a unos 500 m de la costa. Capacidad para 12 personas. Consta de un dormitorio de 6,45 x 9,04 m, cocina y baño. Parte de la cocina falta terminar, al igual que parte de los baños.

1.1.4.4 Galpón I - Depósito de instalaciones

Galpón de 27 m x 10 m y la altura del techo es de 7 m. Se emplea para el almacenamiento de materiales y herramientas de ferretería.

1.1.4.5 Galpón II

Edificio de madera de 16 m x 10 m x 4,3 m de altura máxima. Se encuentra en buenas condiciones. Allí se guardaba el vehículo MB Unimog de la Base. Es el lugar ideal para la instalación del incinerador y compactador. Se prevé mantener este edificio durante todo el desarrollo del proyecto de renovación de la base Petrel.

1.1.4.6 Ex Usina (actual usina secundaria)

Está conformada por un contenedor que se encuentra junto a la Casa Principal. En su interior se aloja un motogenerador DEUTZ TIPO A2L de 31KVA – 2 cilindros (HASTA 45 Amper) – Trifásico – 380 Volts/50 Hertz con neutro). Este generador alimenta solo el sector de la casa. El mismo se encuentra en perfecto estado y el generador funcionando perfectamente. Junto a este contenedor, se confeccionó otra loza para colocar otro grupo electrógeno.

1.1.4.7 Cámara Frigorífica

El edificio de la Cámara Frigorífica tiene un tamaño de 3.9 x 8.60 x 4.16 m en la parte más alta y 3.44 m en la parte más baja. Cuenta en su interior con una cámara en perfecto estado, aunque sin motor.

1.1.4.8 Usina (actual taller de instalaciones)

Edificio cuyo interior consta de dos locales. Uno para la instalación de un generador y otro dormitorio para el personal de guardia de usina. En su interior hay instalado un motor generador DEUTZ BF 6L913. La usina auxiliar proporcionaba electricidad al grupo edilicio que se encuentra en la plataforma superior del sector (todas las instalaciones menos la Casa Principal)

1.1.4.9 Depósito Portuario

Depósito ubicado cerca de la costa y que se ha utilizado para guardar botes y otros materiales asociados a las actividades que se realizan en la zona marina.

1.1.4.10 Cisternas (sin uso)

La base cuenta solo con 2 cisternas de 30.000 litros cada una. Las mismas están fuera de servicio y deben ser removidas. Por esta razón, durante estas últimas campañas antárticas todo el combustible empleado para la generación eléctrica fue transportado en tambores de 200 litros.

1.1.4.11 Pista

En la base Petrel se construyeron tres pistas de aterrizaje para aeronaves, diseñadas y ejecutadas a mediados de la década del 60. Fue justamente en el mes y año de inauguración de la base que una de las pistas fue utilizada por un avión marca Beaver (4-G-1). Desde hace décadas - y hasta el día de la fecha- ninguna de las pistas se encuentra en uso. Por ello, debido a la acción de los agentes naturales (meteorológicos, edáficos y glaciológicos), ya no puede hablarse de que sigan operando como tales. Uno de los principales agentes que han causado este efecto son los varios chorrillos que las atraviesan, por lo que hoy en día, no podrían ser utilizadas ni siquiera como pistas de emergencia. De manera alternativa, en el glaciar Rosamaría pueden anevizar aviones de pequeño porte como Twin-Otter, aunque algunos veranos, el glaciar puede no encontrarse operativo por

cuestiones glaciológico/climáticas, tal como sucedió este verano. Por último, la estación cuenta con un helipuerto en buenas condiciones, en cercanías de la casa principal actual.

1.2 Necesidad de remodelación de la Base Petrel

El Programa Antártico Argentino sostiene desde hace 119 años la presencia ininterrumpida en la Antártida, con foco en la actividad científica y, desde 1959, sostiene y fortalece el Tratado Antártico como país signatario original. Esta presencia fue acompañada a lo largo de los años por un desarrollo logístico que se fue adaptando a los objetivos y necesidades de cada momento. Así, se configuró una red de estaciones científicas permanentes, de verano y refugios que, con el sostén logístico de diversos medios de transporte fue permitiendo el desarrollo de las actividades de nuestro país en la Antártida.

Durante el transcurso de las décadas, algunas de las bases y refugios fueron cambiando su configuración. Algunas de las bases permanentes cambiaron a bases de verano y viceversa, mientras que otras quedaron desactivadas permanente o transitoriamente. A la fecha Argentina cuenta con 7 estaciones permanentes y 6 de temporada de verano en Antártida. En este contexto, los desafíos del siglo XXI fueron impulsando nuevas revisiones tanto al interior de los Programas Nacionales como en los debates mantenidos en los distintos foros del Tratado Antártico.

Así, el proceso llevado adelante en 2014 por el SCAR, *Horizon Scan*, permitió a los investigadores antárticos de diferentes nacionalidades analizar cuáles serían las preguntas de investigación críticas para la próxima década y más allá, en reconocimiento de la creciente importancia de la ciencia y la investigación antárticas en los debates mundiales. Por su parte, en 2015, el proyecto *ANTARCTIC ROADMAP CHALLENGES (ARC)*, llevado por el Consejo de Administradores de Programas Nacionales Antárticos (COMNAP) fue el siguiente paso. Reconociendo que los requisitos logísticos antárticos son complejos y desafiantes, mediante ARC la comunidad de apoyo a la ciencia analizó todas las preguntas críticas identificadas en el *Horizon Scan* para pensar, entre otros aspectos del apoyo logístico, en la infraestructura necesaria, las tecnologías y los requisitos de energía.

Estos trabajos, de los cuales nuestros investigadores y logísticos participaron activamente, contribuyeron a los debates internos del Programa Antártico Argentino, que ya había ingresado al siglo XXI con un amplio despliegue logístico, pero que debía repensarse a la luz de los nuevos desafíos y en búsqueda de una mayor eficiencia. La actual necesidad de sostén logístico de la actividad científica argentina y la creciente cooperación internacional, alentada por los buenos lazos entre los Programas Nacionales y la incorporación de nuevos miembros del Tratado Antártico, fueron factores determinantes a la hora de evaluar si las capacidades logísticas de la infraestructura existente requerían readecuación. Hoy, se requiere de la prestación de servicios esenciales y extraordinarios de capacidades logísticas y la disponibilidad de infraestructura de apoyo para proporcionar acceso a la región.

En este marco quedaron incluidos debates que se habían iniciado hace al menos 15 años atrás, en relación con la situación de la base Petrel, ubicada en la Isla Dundee y que sufrió un importante incendio en la década del 70, razón por la cual dejó de ser operable en forma permanente,

funcionando desde entonces sólo como base de verano, pero sin actividades más que el mantenimiento mínimo de la infraestructura remanente. En un esfuerzo conjunto interministerial se evaluó el reacondicionamiento de la estación Petrel para dotarla de capacidades que le brinden un rol de centro logístico que pueda utilizarse todo el año para el apoyo a las actividades científicas de nuestro Programa Nacional Antártico.

Fue evaluado el potencial para volver a albergar una pista aérea operativa que permita la combinación directa aéreo-embarcada en una zona costera, evaluación que resultó de sumo interés para mejorar las capacidades logísticas y brindar más y mejor apoyo logístico a la ciencia en el marco de los desafíos del siglo XXI.

Considerando que hay vastas regiones de la Antártida que permanecen virtualmente inexploradas, la utilización más efectiva de las instalaciones existentes, en lugar de la expansión de la infraestructura en otros sitios, fue evaluada como una forma de aumentar el rendimiento científico. También se consideró una prioridad la capacidad de desplegar rápidamente equipos de científicos en regiones que cambian rápidamente para recopilar observaciones de referencia.

Por su parte, la recuperación del Rompehielos ARA Almirante Irizar (RHA1) y la adquisición de nuevos buques (de tipo "Aviso") en el año 2015, fueron determinantes en la decisión. Al haber recuperado esas capacidades, la modernización de la base Petrel creará una sinergia que potenciará el apoyo logístico a la ciencia en un esquema de costo beneficio positivo. Una instalación con estas características servirá de punto de apoyo no sólo para el desarrollo de la actividad antártica argentina, incluyendo el ejercicio de las responsabilidades SAR (búsqueda y rescate) que tiene nuestro país, sino que también podrá prestar apoyo a las actividades de otros programas nacionales.

Asimismo, la estación Petrel remodelada facilitará la conexión entre el continente antártico y Sudamérica, en especial con la ciudad de Ushuaia en Tierra del Fuego, una de las "Puertas de Entrada" a la Antártida. Esta ciudad argentina que ofrece servicios logísticos, científicos, académicos, y turísticos, ahora podrá contar con un centro ubicado en la Antártida con capacidades operativas de muelle desarmable y aeropuerto en forma conjunta, lo que ampliará las posibilidades para el desarrollo de la ciencia en el continente blanco, objetivo esencial del Programa Antártico Argentino.

En la evaluación de la modernización de la base no sólo se consideró la posibilidad de ampliar y flexibilizar la capacidad de traslado de grupos científicos, sino que se consideró fundamental dotar a la misma base de nuevas capacidades de infraestructura científica, planificando así la construcción de un laboratorio de 462 m² con capacidad para albergar (OCHO) 8 laboratorios. Tanto este laboratorio como las capacidades logísticas ampliadas para alcanzar nuevos lugares del continente antártico, ampliarán el horizonte de las investigaciones multidisciplinarias y de la cooperación internacional que desarrollará nuestro país.

En total sintonía con los debates en los foros del Tratado Antártico, para nuestro país, la cooperación continua y mejorada sigue siendo una alta prioridad, que reconoce que ningún país tiene los medios para perseguir simultáneamente todos los aspectos de la ciencia antártica de

máxima prioridad. Se requiere que las Partes trabajen juntas para lograr las metas y seguir las prioridades científicas antárticas.

En conclusión, mediante el proyecto se espera lograr la provisión de un mayor acceso a toda la región durante todo el año y la disponibilidad de logística e infraestructura que permita a los investigadores hacer mejor su trabajo donde sea necesario. De esta manera, se pretende contribuir a aumentar de manera eficiente las posibilidades de éxito de la actividad científica argentina. Finalmente, todas estas nuevas capacidades logísticas serán puestas a disposición de otros Programas Nacionales Antárticos a fin de fortalecer la cooperación científica internacional, uno de los pilares esenciales del Sistema del Tratado Antártico.

Se debe tener en cuenta también que la zona norte de la Península Antártica (PA) es uno de los sitios más afectados por el cambio climático en el mundo (Chown et al, 2022; Turner et al. 2009). Esta zona, que está sometida a grandes procesos de cambio, es el área donde el Programa Antártico Argentino tiene concentrada la mayor cantidad de estaciones científicas y, por lo tanto, donde tiene el mayor despliegue de científicos.

Hay además dos causas que hacen necesaria la renovación de la Base Petrel, además de lo expuesto anteriormente en relación con el Programa Antártico Argentino. Por un lado, la situación actual de la Base Petrel plantea la necesidad de atender las urgencias que surgen de los aspectos e impactos ambientales asociados a las condiciones en se encuentra. El estado de las instalaciones expone a los valores naturales de la isla a riesgos asociados a la gestión de residuos, combustibles entre otros. Estas condiciones plantearon en principio la necesidad de su reparación general y la del retiro general de los residuos históricos almacenados en ella. En una etapa posterior se evaluó la conveniencia de aprovechar esta oportunidad para el rediseño del sistema logístico antártico de nuestro país, con la finalidad de centralizar en ella las operaciones de ese carácter y el apoyo a la ciencia y resolver algunos inconvenientes que se viene presentando en los últimos años.

La otra condición que fundamenta la necesidad de renovar la Base Petrel es que desde que en 1969, año en que se creó la pista en la Isla Marambio, el punto de entrada en modo aéreo para el Programa Antártico Argentino ha sido la Base Marambio. Pero en las últimas décadas, en especial en los últimos años, los impactos del cambio climático observados en el permafrost de la isla Marambio han provocado que la pista de Marambio se presente difícil o imposible de operar en un número mayor de días, en especial en los meses de verano que es cuando más actividad aérea se desarrolla. Esta tendencia se viene observando cada vez con mayor frecuencia y ha provocado la necesidad de disponer nuevamente de la pista en Base Petrel para evitar perder esa capacidad logística tan necesaria para poder llevar adelante los proyectos y programas de investigación de Argentina en la región (ver en la sección alternativas).

1.2.1.1 Edificios

1.2.1.1.1 Casa Principal

La mayor parte de los sectores de este edificio tiene sus bases originales conformadas por zapatas individuales de fundación, columnas y vigas de submuración, sobre las que se apoya una estructura de madera con recubrimiento de madera en el exterior y chapadur en el interior de la vivienda. Se

aprecia (debido a deterioros en el chapadur), que el material aislante utilizado es telgopor. El piso del alojamiento es de madera y la cubierta es de chapa en el exterior y chapadur en el cielorraso.

Debido a que la construcción ha sido fundada sobre permafrost activo (suelo no apto para la fundación de estructuras), algunas zapatas han sufrido asentamientos diferenciales. Pueden observarse fisuras provocadas por esta causa. Como solución a estos asentamientos, se han utilizado gaviones para disminuir los desplazamientos laterales del suelo, y en aquellos casos en donde la zapata se separaba del suelo se optó por soluciones erróneas de construir zapatas en columnas entre apoyos, ocasionando con ello un cambio de momentos en la viga con su posterior fisuración (rotura a flexión en su parte fraccionada).

Actualmente el hormigón expuesto a la intemperie manifiesta la destrucción de las capas exteriores, lo cual fue provocado por la acción del congelamiento, que dejó expuestas las armaduras con la consecuente corrosión de estas. Si bien no se han detectado eflorescencias, es posible que estos desprendimientos estén agravados por el uso de agregados de la zona mal lavados en la elaboración del hormigón. La presencia de manchas de óxido en columnas y vigas, indican que los recubrimientos de las armaduras no han sido los indicados.

La instalación sanitaria es precaria, y su distribución puede apreciarse en el “Plano de Instalación Sanitaria y de Gas en la Casa Principal”. Es importante destacar que existen limitaciones importantes en el abastecimiento de agua potable, por no contar la zona con un lugar de aprovisionamiento de agua (tipo embalse, laguna, etc.), ni tampoco con desalinizadores de ósmosis inversa que permitan el abastecimiento con agua en el mar.

La vivienda no posee calefacción centralizada. El comedor posee una salamandra a leña. El resto de la calefacción se realiza con radiadores de aceite eléctricos y estufas portátiles a querosén (estos elementos incrementan la probabilidad de que se generen incendios y la acumulación de gases tóxicos). En los años en que la base fue operada como base transitoria se la acondicionó parcialmente. En la actualidad se siguen realizando tareas en los sistemas eléctricos, de gas, agua, red cloacal y aislamiento para el funcionamiento óptimo de la casa.

Salvo las tareas citadas, no se realizaron grandes obras de infraestructura en ella; por cuanto se prevé su remoción, toda vez que se encuentra en el lugar que será la cabecera de la pista de aterrizaje que se prevé construir. Por tal razón, hasta tanto no se construya una nueva casa, solo debería mantenerse la actual, sin realizar grandes obras de infraestructura en ella.

1.2.1.1.2 Hangar

Estructura construida sobre rocas duras sedimentarias estratificadas. Se estima, por lo que se puede llegar a apreciar, que está fundada sobre una zapata corrida de 0,5 m de espesor, sobre la que se apoya una estructura muy robusta de perfiles de acero y cerramiento de chapa galvanizada. La estructura puede apreciarse en el “Plano de Estructura del Hangar”. La misma está conformada por cumbrera, pórticos biempotrados con secciones transversales aumentadas para disminuir el efecto de pandeo por abollamiento con sus respectivos rigidizadores, correas y arriostramientos.

El piso está compuesto por losas de hormigón, la superficie cubierta es de 1150 m² (25,3 m de ancho por 45,5 m de largo). Posee dos portones de acceso de las mismas características de 18,03 m de ancho por 6,6 m de altura, conformados cada uno de ellos por ocho hojas que se deslizan sobre rieles de acero. Sobre una de las mencionadas hojas de cada portón se encuentra ubicada una puerta de acceso de chapa lisa de acero. En su interior se encuentran construidos dos locales de mampostería de bloques de cemento sin revocar que sirven de oficina y depósitos. Debido al acopio de basura no se han podido tomar las dimensiones exactas de estas, pero se aprecia que cubren una superficie aproximada de 30 m².

Las uniones entre las chapas y la estructura, se efectuaron con grampas tipo J, de diferente material metálico, sin la correspondiente aislación. Esto ha generado que, entre la chapa galvanizada y las mencionadas grampas, se haya creado el efecto de pila galvánica debido a la diferente electronegatividad de los metales utilizados, con la consecuente corrosión de las primeras en las zonas de unión, llegando en algunos casos a producirse un corte de algunas de estas en la línea de unión.

Si bien no se ha efectuado ningún tipo de mantenimiento durante mucho tiempo, la estructura se encuentra en un estado aceptable de conservación, debiéndose realizar algunas reparaciones menores. Debido a la falta de mantenimiento en los portones, la acumulación de óxido en los rieles y rodamientos dificulta el normal deslizamiento de estos. Por otra parte, las hojas se encuentran deterioradas desde el punto de vista estructural. Esta construcción actualmente no posee ni instalación eléctrica, ni instalación de gas, ni instalación sanitaria.

Había en su interior residuos que se han ido retirando. Tenía sectores en su interior con pie de hielo producto de filtraciones en el techo. A partir del año 2015, se iniciaron los trabajos de remoción de los residuos almacenados dentro del hangar. Finalmente, durante la campaña 2022/2023 se realizaron las siguientes acciones:

- Retiro total de residuos.
- Reparación completa de cada una de las 8 hojas de los portones Este y Oeste del Hangar.
- Reemplazo de chapas y sellado de filtraciones.
- Reparación parcial de mampostería exterior.
- Instalación de red eléctrica.
- Pintado exterior.

1.2.1.1.3 Casa de Emergencia

Estructura construida sobre rocas duras sedimentarias estratificadas. La construcción se encuentra conformada por dos edificios bien diferenciados (ver Plano Casa de Emergencia), con sus respectivas estructuras vinculadas por una viga de submuración (ver Plano de Estructura Casa de Emergencia). Uno de los edificios está compuesto por el Alojamiento y el otro por la cocina y el baño. La base de ambas construcciones está constituida por zapatas individuales de fundación,

columnas y vigas de submuración (ver Plano de Estructura Casa de Emergencia), sobre las que se apoya una estructura de madera con recubrimiento de madera en el exterior y chapadur en el interior de la vivienda, y telgopor como material aislante.

El edificio se encuentra en buen estado de conservación, aunque el hormigón de la estructura posee fisuras y desprendimientos al igual que el resto de las construcciones de la base que poseen concreto expuesto a la intemperie. Durante el verano 2021/2022 se le realizaron las siguientes tareas de mantenimiento:

- Reparación del techo y sellado de filtraciones.
- Instalación eléctrica nueva.
- Instalación de sistema de calefacción
- Adecuación como casa de emergencia.

Se prevé mantener este edificio hasta tanto se construya la nueva casa principal de la base.

1.2.1.1.4 Galpón I - Depósito de instalaciones

Estructura construida sobre rocas duras sedimentarias estratificadas. Esta construcción es de similares características que el Hangar. Fundada sobre una zapata corrida de 0,5 m de espesor sobre la que se apoya una estructura muy robusta de perfiles de acero y cerramiento de chapa galvanizada. Tal como se aprecia en el Plano de Estructura del Galpón I, está construida con pórticos empotrados con secciones transversales aumentadas para disminuir el efecto de pandeo por abollamiento con sus respectivos rigidizadores, correas y arriostramientos. El piso está compuesto por losas de hormigón. La superficie cubierta es de 191,36 m² (18,4 m de ancho por 10,4 m de largo). Posee un portón de acceso de 2,8 m de ancho por 2,8 de altura, conformado por dos hojas. También tiene una puerta de acceso de chapa lisa de acero.

Al igual que el Hangar, las uniones entre las chapas y la estructura se efectuaron con grampas tipo J de diferente material metálico, sin la correspondiente aislación, generando la corrosión de las primeras en las zonas de unión. La estructura se encuentra en un estado aceptable de conservación y deben realizarse algunas reparaciones menores, como cambiar chapas, reparar portón, etc. Esta construcción, no posee ningún tipo de instalaciones (eléctrica, gas o sanitaria).

Actualmente es empleado como taller mecánico. Durante la campaña 2021 se realizaron las siguientes tareas:

- Recambio de chapas exteriores y sellado de filtraciones.
- Instalación de red eléctrica.
- Construcción de un portón de acceso para vehículos.
- Colocación de estanterías para el almacenamiento de herramientas y repuestos.

Se prevé su remoción una vez que se construyan los nuevos talleres de la base.

1.2.1.1.5 Galpón II

Estructura construida sobre rocas duras sedimentarias estratificadas. Fundada sobre zapatas individuales, en las que se apoyan placas de acero abulonadas. Sobre estas últimas, se posan perfiles doble T de acero, que juntamente con vigas del mismo material y tipo, pero de diferentes dimensiones, sostienen las losas y el resto de la estructura del galpón. Las losas que constituyen el piso del Galpón 11 cubren una superficie de 122, 72 m², y los 40,91 m² restantes del piso son de madera. El piso del galpón se encuentra sobreelevado 1,3 m del suelo. Para el ingreso al mismo posee una rampa metálica con una pendiente del 33%, es decir que forma un ángulo aproximado de 20°. El acceso a esta construcción es a través de un portón de chapa lisa de 3,3 m de ancho por 2,6 m de alto. Este, posee una puerta de menores dimensiones para el acceso de personas. La estructura puede apreciarse en el Plano de Estructura del Galpón II. La misma está conformada por cabreadas reticuladas, correas y arriostramientos.

A partir del año 2015, se lo empleó como parque automotor donde se guardaba un vehículo Unimog 416. Durante el verano 2021/2022 se le realizaron las siguientes tareas de mantenimiento:

- Cambio de la mayoría de las chapas exteriores y sellado de filtraciones.
- Reparación integral del portón.
- Retiro de rampa.
- Instalación eléctrica.
- Colocación de estanterías.

1.2.1.1.6 Ex Usina (actual usina secundaria)

Estructura construida sobre rocas duras sedimentarias estratificadas. La superficie cubierta de esta construcción es de 40,4 m² (4,8 m de frente y 8,5 de largo). Edificio fundado con zapatas individuales de fundación, columnas y vigas de submuración, sobre la que se apoya una estructura de madera con recubrimiento de madera en el exterior, sin revestimiento en el interior ni aislación. Sobre las vigas de submuración se apoyan losas sin revestir, las cuales constituyen el piso de la construcción. El techo es de chapa y madera. Está constituido por dos locales. Uno es la antigua Sala de Máquinas, en el que se encuentran dos fundaciones de antiguos motores de grupos electrógenos, y el otro local sería unido como oficina y dormitorio.

Durante el verano 2019/2020 se instaló un motor generador DEUTZ BF 6L913 empleado para proporcionar electricidad al Hangar. Se le ha cambiado la red eléctrica e instalado los correspondientes tableros de control del motogenerador. En la actualidad brinda electricidad al grupo edilicio que se encuentra en la plataforma superior menos la cámara frigorífica.

1.2.1.1.7 Cámara Frigorífica

Estructura construida sobre rocas duras sedimentarias estratificadas. La superficie cubierta de esta construcción es de 39,2 m² (4 m de alto, 4 m de ancho y 9,8 m de largo). Edificio fundado con zapatas individuales de fundación, columnas y vigas de submuración, sobre la que se apoya una estructura de madera con recubrimiento de chapa galvanizada, sin revestimiento en el interior ni

aislación. Sobre las vigas de submuración se apoyan losas sin revestir, las cuales constituyen el piso de la construcción. El techo es de chapa y estructura de madera. En su interior posee una cámara frigorífica sin motor, pero en excelente estado de conservación. El hormigón expuesto a la intemperie se encuentra en las mismas condiciones que el resto de las construcciones. No posee en la actualidad ningún tipo de instalaciones y se mantiene sin uso. Se prevé su remoción e instalación en la nueva Casa Principal propuesta para construir.

1.2.1.1.8 Usina (actual taller de instalaciones)

Estructura construida sobre material morrénico transportado, en cercanía de la Casa Principal. La superficie cubierta de esta construcción es de 44,39 m². Está constituida por tres locales (ver Plano Usina): Usina, Taller y Hall frío. La usina está fundada sobre una platea, encima de la cual se apoya una estructura de madera con recubrimiento de madera y revestimiento de chapadur con aislación de telgopor. El hall frío está fundado sobre zapatas individuales sobre las que se apoya un precario apuntalamiento de madera, y sobre el mismo se posa una estructura de madera con revestimiento de madera en el exterior y chapadur en el interior, con aislación de telgopor.

El taller es una estructura de madera con revestimiento de madera en el exterior y chapadur en el interior con aislación de telgopor, cuya fundación se encuentra totalmente apuntalada. El piso en estos locales es de madera. El techo de toda la construcción es de chapa y estructura de madera. El hormigón expuesto a la intemperie se encuentra en las mismas condiciones que el resto de las construcciones. Al igual que la Vivienda Principal, por estar fundada en suelo no apto para este fin, toda la estructura compuesta por zapata, columnas y vigas de submuración ha tenido que ser apuntalada.

El edificio actualmente no funciona como usina. Se emplea como taller de instalaciones. Se ha renovado el sistema eléctrico, reparado el techo y sellado las filtraciones para facilitar su uso. Se prevé su remoción, una vez que se construyan los nuevos talleres de la base.

1.2.1.1.9 Depósito Portuario

Se mantiene en iguales condiciones desde hace muchos años. Estructura construida sobre material morrénico transportado. La superficie cubierta de esta construcción es de 13,44 m² (4,2 m de frente y 3,2 m de profundidad). Está fundada sobre una platea, en la que se apoya una estructura de madera con recubrimiento de madera en el exterior e interior sin aislación. El techo de la construcción es de chapa lisa y estructura de madera. Carece de todo tipo de instalaciones. Se encuentra en buen estado de conservación.

Se propone su reciclado y empleo hasta tanto deba ser demolido, por encontrarse en la zona de la cabecera de la pista de aterrizaje principal.

1.2.1.1.10 Cisternas

En la base solo se almacenan combustibles en tambores metálicos de 200 litros. El manejo del combustible se encontraba a cargo de un suboficial de máquinas, el Encargado y Jefe de Base. Existen dos cisternas en cercanía al parque de antenas, con capacidad para almacenar 20.000 litros cada una, pero las mismas están fuera de servicio. Poseen signos evidentes de una alta corrosión

y su visible desconexión con cualquier edificación confirman su “no uso”. Asimismo, vale destacar que las mismas se encuentran vacías y en cercanías a ellas no se evidenciaron derrames, como tampoco olores que impliquen la presencia de combustible.

1.2.1.1.11 Conclusiones del estado general de los edificios²

El estado general de los edificios podemos sintetizarlos en la siguiente tabla 3:

Tabla 3: estado general de los edificios que actualmente se encuentran en la Base Petrel.

Edificios	Estructura	Instalación eléctrica	Instalación Sanitaria	instalación de gas	Estado de calefacción
Casa Principal	Malo	Regular	Mala	Buena	Insuficiente y peligrosa
	Demoler y construir en el sector de las instalaciones aeroportuarias. Durante la construcción de la nueva Casa Principal deberá utilizarse como vivienda del obrador.				
Hangar	Bueno	No posee	No Posee	No posee	No posee
	Reciclar y rehabilitar su uso				
Casa de Emergencia	Malo	No conectada	No posee	No posee	No Posee
	Demoler y reconstruir una nueva con capacidad suficiente para la totalidad de la dotación de la base. La capacidad actual es insuficiente.				
Galpón 1	Bueno	No posee	No posee	No posee	No posee
	Reciclar y aprovechar su uso				
Galpón 2	Bueno	No posee	No posee	No posee	No posee
	Reciclar y aprovechar su uso				
Usina Principal	Malo	No posee	No posee	No posee	No posee
	Demoler y reconstruir una usina nueva, debido a que la fundación original se encuentra deteriorada, no siendo apta para la instalación de motores.				
Frigorífica	Malo	No posee	No posee	No posee	No posee
	Propuesta parcial: Demoler e instalar en la casa principal, propuesta para construir teniendo en cuenta que la cámara propiamente dicha se puede recuperar con tan solo instalar un motocompresor.				
Usina	Malo	No posee	No posee	No posee	No posee

² En base al Informe Técnico de Base Petrel 2006 – Evaluación de factibilidad de ampliación y modernización de la base antártica PETREL, elaborado por la Dirección Nacional del Antártico.

auxiliar	Demoler y construir en el sector de las instalaciones aeroportuarias. La demolición deberá ser posterior a la construcción de la nueva Casa				
Depósito Portuario	Bueno	No posee	No posee	No posee	No posee
	Reciclar y aprovechar su uso				

La inspección técnica realizada en ese momento propuso las siguientes tareas:

- Recuperar los edificios con estructuras metálicas (Hangar, Galpón I y Galpón II) y el Depósito Portuario.
- Estas estructuras deberán ser sometidas a un plan de mantenimiento periódico que permita preservar y alargar su vida útil. También deberán realizarse trabajos que permitan recuperar a óptimas condiciones cada una de éstas.
- Construir una nueva Casa Principal, Casa de Emergencia y Usina en la zona de las instalaciones aeroportuarias, por ser este el sector de suelo apto para edificar. Mientras se realizan los trabajos de construcción, la actual Vivienda Principal deberá ser utilizada como vivienda de obrador. Para el proyecto de las nuevas construcciones, deberá tenerse en cuenta que conviene tratar de que todas las estructuras de hormigón queden en lugares cerrados y no a la intemperie.
- Demoler los siguientes edificios: Casa Principal, Usina, Ex Usina, Casa de Emergencia y Cámara Frigorífica (tener en cuenta que la cámara propiamente dicha se puede recuperar).
- Instalar una planta de tratamiento de líquidos cloacales y una planta de desalinización de ósmosis inversa.
- Construir nuevos depósitos de combustibles (cisternas). Las actuales no se encuentran en condiciones de ser utilizadas.
- Remover todas las estructuras de hormigón de antiguas construcciones para ampliar la zona apta de construcción.

El estado edilicio y ambiental de la base Petrel se encuentra en situación deficiente (causado por movimientos de suelo -por su ubicación sobre una morena- y tiene gran acumulación de residuos históricos) y precisa de tareas de acondicionamiento y modernización de envergadura para permitir un uso durante todo el año. El estado edilicio y ambiental de la base Petrel se encuentra en situación deficiente (causado por movimientos de suelo -por su ubicación sobre una morena- y tiene gran acumulación de residuos históricos) y precisa de tareas de acondicionamiento y modernización de envergadura para permitir un uso durante todo el año. La conclusión más

importante respecto a los edificios es que debido a su estado no permiten el desarrollo intensivo de proyectos de actividad científica en la Base.

1.2.1.2 Generación de Energía

La base cuenta en la actualidad con generadores de 150 KVA, equivalentes a la generación de 120KVA equivalente a 96KW hora. Se prevé en el futuro reemplazarlos con 2 generadores de 350 KVA equivalentes a 280KW. También es importante destacar que las instalaciones de la base, al encontrarse viejas y deterioradas, presentan una pérdida energética importante, conservando limitadamente la energía calórica generada. Si bien esta energía en mayor medida es eléctrica, deberá preverse un sistema más moderno de calefacción de las instalaciones a futuro, así como también una mejora en las instalaciones eléctricas.

Durante la Campaña Antártica 2021/2022, se instalaron los dos generadores en funcionamiento. Uno de ellos se ubicó en la actual Usina Principal y el otro en la Usina auxiliar. La distancia existente entre la casa Principal y el resto de los edificios de la base hizo que en la actualidad haya dos circuitos eléctricos independientes uno del otro.

El primero está compuesto por la casa principal que recibe la electricidad generada por el motogenerador de la Usina auxiliar y, el segundo, compuesto por todo el resto de los edificios y que es alimentado por el motogenerador de la Usina principal. Durante la Campaña 2021/2022 Campaña se realizaron las siguientes tareas:

- Transporte e Instalación de 2 generadores en la Usina Principal.
- Armado de tablero por Generador.
- Armado y colocación de tablero general con llaves conmutadoras en Usina Principal.
- Tendido de cableado entre la Usina secundaria y la Usina Principal.
- Armado y colocación de tableros de distribución en fases (Casa Principal y de Emergencia).
- Tendido de cableado entre Tablero de distribución e instalaciones.

1.2.1.3 Gestión de Combustibles

La base cuenta con 2 cisternas de 30.000 lts. cada una, las que se encuentran fuera de servicio y deben ser removidas. Las mismas se encuentran vacías y en cercanías a ellas no se observan derrames de hidrocarburos, como tampoco olores que impliquen la presencia de combustible.

La estación no cuenta con métodos de vigilancia automatizados en caso de existir derrames, y los sistemas de trasvase de combustible se realizan con bombas manuales. También es pertinente aclarar que los sectores donde se almacenan combustibles se encuentran alejados de los lugares de concentración de flora y fauna, o bien próximos a valores ambientales naturales, como ser un cuerpo de agua natural.

Por esta razón, la totalidad de los combustibles fósiles se almacenan en tambores metálicos de 200 litros. La mayor cantidad de combustible en la base se encuentra almacenado bajo techo, dentro del hangar. En ese lugar, hay tambores de combustibles de veranos pasados.

Entre los combustibles se puede destacar la presencia de Kerosén, Nafta Súper, JET JP- 1, gas natural envasado y GOA. También se almacenan aceites y lubricantes.

Algunos de los tambores se encuentran estibados semi-elevados (dentro del hangar) a fin de evitar que se realicen en su punto de apoyo “pies de hielo”. Los combustibles, aceites y lubricantes de uso cotidiano se almacenan a cielo abierto en una platea de hormigón ubicada próxima a la usina. En el mismo, se mantienen en stock tambores de GOA y aceites que se utilizan para reponer el combustible que se consume a través del uso diario del generador de la base. La base al día de la fecha no cuenta con cisternas de almacenaje de combustible a granel.

Se planifica adquirir cisternas para reemplazar progresivamente el empleo de tambores de combustible. La instalación de estas se prevé a partir del presente año. Posteriormente, se dispondrán tanques de combustible verticales de una mayor capacidad. Desde el año pasado, la base cuenta con vehículos para el almacenamiento de combustible y traslado de tambores. Los tambores en mal estado han sido reemplazados y se los ha preparado para su repliegue al continente americano.

En el Anexo 5 se encuentra toda la información referida a la gestión de combustibles de la Base.

1.2.1.4 Gestión de Residuos

Uno de los aspectos críticos que se habían generado en la Base Petrel - debido a su uso irregular es lo relacionado con el almacenaje, procesamiento y transporte de los residuos. La situación de los residuos en la base era uno de los puntos más sensibles, ya que se había generado una acumulación de residuos, tambores, cajones y viejos materiales de construcción en distintos sectores de la base³.

Uno de los sectores que requería mayor atención era el Hangar, en donde se observaba falta de rotulado y sectorizado de los residuos que han quedado como remanentes en el recinto de campañas pasadas en el Hangar. Esta situación fue trabajada y solucionada en las últimas campañas de verano, en donde se procesaron y acondicionaron todos los residuos presentes en la Base, se han ido evacuando y se espera alcanzar el retiro total de los mismos en la campaña de verano 2022/2023.

Toda la gestión de residuos en la Base se hizo siguiendo la clasificación argentina basada en la capacidad de biodegradación del residuo, la peligrosidad y los métodos posibles de disposición final a ser empleados. Esta clasificación establece entonces seis grupos, respetando, en líneas generales, lo establecido en el Protocolo:

- **Grupo I:** Residuos biodegradables (sólidos). A este grupo pertenecen los desechos biodegradables, como los restos de alimentos, papeles, maderas y trapos limpios.
- **Grupo II:** Residuos no biodegradables (sólidos). Está compuesto por aquellos elementos de muy lenta o nula degradación natural -desechos no biodegradables-, como ser los plásticos, (incluyendo PVC, poliestireno, poliuretano, y gomas) polietileno, caucho,

³ Situación que fue señalada por la última inspección realizada en 2015 por el Reino Unido.

cables ferrosos, fibras sintéticas, cenizas de la incineración de residuos del Grupo I, víveres vencidos, envases metalizados, residuos del tratamiento de Grupo V.

- **Grupo III:** Residuos peligrosos (sólidos y líquidos). Incluye los desechos peligrosos (líquidos, sólidos y gaseosos) dispuestos en las 46 categorías de “Y” del Anexo I de la Ley 24.051 de Residuos Peligrosos. Además, entre los residuos peligrosos sólidos de este grupo, están contenidos todos los elementos que estén impregnados con residuos peligrosos líquidos (trapos, estopa, papeles, latas, pinceles, maderas tratadas, filtros de aceite)
- **Grupo IV:** Residuos inertes (sólidos). Pertenecen a esta categoría los desechos sólidos inorgánicos, considerados genéricamente como “inertes”, en el sentido que su degradación no aporta elementos perjudiciales al medio ambiente, aunque su dispersión degrada el valor estético del mismo y puede ocasionar accidentes al personal. Forman parte de este grupo los vidrios, las latas, chapas, restos de estructuras metálicas, tambores (limpios), alambres, restos de concreto u hormigón, ladrillos, sunchos de embalaje, etc.
- **Grupo V:** Residuos Biodegradables líquidos. (Aguas residuales y residuos líquidos domésticos). Aquí se consideran a las aguas residuales y los residuos líquidos domésticos provenientes de cocinas, baños, lavabos, etc. No incluye los residuos líquidos que puedan estar mezclados con residuos líquidos peligrosos, por ejemplo, agua mezclada con restos de aceite, proveniente de los talleres.

Como se mencionó la gestión de los residuos peligrosos se encuentra regulada de manera particular por la Ley Nacional 24.051 (promulgada en enero de 1992) y por su Decreto Reglamentario N° 831/93. Por otra parte, en el año 2002 fue sancionada la Ley 25.612, de “Gestión Integral de Residuos Industriales y de Actividades de Servicios”, pero los niveles de riesgo (mencionados en el art. 7 de la norma) necesarios para su implementación no han sido establecidos, por lo cual dicha norma no se encuentra reglamentada.

Se realizó un análisis de los Residuos Peligrosos que se generan en ámbito de la Base Petrel y se estableció que provienen de las siguientes actividades⁴:

Uso, Mantenimiento y Construcción de Edificios

- Trabajos de mantenimiento con pinturas y adhesivos. Residuos: Y12 (Restos de pinturas) /Y48Y12 (Trapos y pinceles con pinturas) /Y48Y13 (Trapos y pinceles con adhesivos y lacas)
- Cambios de Luminarias. Residuos: Y29 (Tubos fluorescentes).
- Trabajos de sellado con membranas asfálticas. Residuos: Y48Y11 (Restos de membrana).

⁴ Para esta clasificación se utiliza la identificación de las categorías sometidas a control con letras “Y” tomada por la Ley Nacional de Residuos Peligrosos de Argentina (Ley N° 24051).

- Mantenimiento y reparación de máquinas y equipos: Y48Y8 (Filtros y trapos con aceite) /Y9 (Combustible con agua) /Y48Y9 (Trapos contaminados con combustible).
- Preparación de Tambores como Contenedores. Residuos: Y9/Y48Y9 (Trapos y diatomea impregnados en combustibles).
- Descarte de pilas de equipos electrónicos. Residuos: Y26/Y29.

Atención médica y odontológica del personal.

- Atención médica de pacientes. Residuos: Y1 (Gasas, jeringas, etc).
- Productos farmacéuticos vencidos. Residuos: Y2.
- Mantenimiento de Comunicaciones e Informática.
- Recambio de pilas de los equipos. Residuos: Y26/Y29.

Generación de Energía por la Usina

- Mantenimiento y Control de los Generadores. Residuos: Y48Y8 (Filtros y trapos con aceite) /Y9 (Combustible con agua) / Y48Y9 (Trapos contaminados con combustible).
- Pérdidas o derrames de Combustible. Residuos: Y48Y9 (Trapos y diatomea impregnados en combustibles).
- Recambio de Líquidos Refrigerantes. Envases contaminados. Residuos: Y48Y42
- Recambio de Baterías de Generadores: Residuos: Y31 Y34

Generación de Energía para Calefacción

- Mantenimiento y Control de los Equipos de Calefacción. Residuos: Y8 (Aceite usado) / Y48Y8 (Filtros y trapos con aceite) / Y48Y9 (Trapos y diatomea impregnados en combustibles).
- Pérdidas o derrames de Combustible. Residuos: Y48Y9.
- Manejo de Combustibles y Lubricantes
- Mantenimiento de las Cisternas de GOA/JP1. Residuos: Y48Y9Y12/Y48Y12.
- Pérdidas o derrames en Abastecimiento de GOA/JP1. Residuos: Y48Y9 (Trapos, tierra y diatomea contaminados).
- Pérdidas o derrames de GOA en Cisternas o Tambores. Residuos: Y48Y9 (Trapos, tierra y diatomea contaminados).
- Pérdidas o derrames de JP1 en el abastecimiento a Aeronaves. Residuos: Y48Y9 (Trapos, tierra y diatomea contaminados).
- Combustible contaminado con agua. Residuos: Y9.

Para más información consultar el Anexo 6- residuos.

1.2.1.5 Obtención de Agua

El método de captura actual es bastante precario, consiste en la utilización de bombas y mangueras portátiles con las cuales se llenan los depósitos de la base. La captación de agua no es una tarea sencilla, menos aún en épocas de bajas temperaturas, ya que, dependiendo de la disponibilidad del recurso en las lagunas, las fuentes de toma van variando al cabo de los meses. Durante el verano la obtención de agua es desde una laguna natural próxima a la casa habitación. Durante la Campaña 2021/2022 se instaló un sistema de derretidor que funciona con los gases calientes del generador de la Usina próxima a la casa habitación. El mismo se emplea durante el invierno. Allí se derrite el hielo dulce recogido del mar. El sistema tiene capacidad para producir el agua necesaria para una dotación de 25 personas.

1.2.2 Situación ambiental general de la Base

1.2.2.1 Impactos ambientales presentes

La situación actual de la Base Petrel genera numerosos aspectos e impactos ambientales que exponen a los valores naturales de la zona a riesgos de contaminación y daño ambiental. Para minimizar esta situación y evitar el agravamiento de esta, en el último año se efectuó el mejoramiento de la habitabilidad de la base, mediante el mantenimiento integral de la casa Habitación, el acondicionamiento de la casa Emergencia y la integración del sistema eléctrico. Además, se trabaja en poner en funcionamiento la Cámara frigorífica, la planta de tratamiento de efluentes, el derretidor y el incinerador.

Por otro lado, se retiraron las cisternas en desuso de combustibles y se trasladaron nuevas para ser instaladas y evitar el uso de tambores de combustible. Además, se trabaja en el arreglo del portón del Hangar y su techo para la guarda de la maquinaria vial. Las fuentes contaminantes de la base están reducidas al derrame de combustibles. Cabe destacar que los mismos son almacenados dentro del hangar que cuenta con suelo de concreto. En menor medida, hay combustible almacenado en proximidades a las usinas.

Las principales fuentes de riesgo ambiental identificadas debido al estado actual de la base son:

- Las deficiencias del manejo de combustible generan distintos escenarios de derrames que exponen a los valores naturales a posibles eventos de contaminación.
- La falta de utilización de fuentes de energía renovables hace que la base actual solo utilice una matriz energética en base a combustibles fósiles.
- La presencia aún de residuos históricos que deben ser eliminados porque contaminan la zona de influencia.
- Deficiencia en los sistemas de tratamiento de efluentes y de obtención de agua de consumo.

- Deficiencia en la gestión energética por mal estado del sistema eléctrico que genera un uso ineficiente del combustible utilizado para generar energía.
- Falencias en la eficacia de los sistemas de calefacción que generan un gasto excesivo de combustible.

1.2.2.2 Residuos Históricos⁵

La estación cuenta con un gran remanente de residuos históricos, lo cual constituye uno de los principales rasgos y desafíos de la base. No es posible por el momento especificar con precisión cantidades o volúmenes, pero sí se puede anticipar que las cantidades son significativas. Si bien el jefe de base en su informe final de campaña detallará las cantidades, se entiende que la mayor proporción provienen de los restos de la casa incendiada a mediados de la década del 70. Los mismos se encontraban dentro del hangar, y en menor medida, la estación tiene algunos focos bien claros a cielo abierto que habría que erradicar y que a continuación se detallan:





Sector costero SE de la base: Allí se encuentra uno de los focos de residuos históricos. En el mismo, se pueden visualizar dos motores mecánicos, un motor eléctrico, un torno, hierros, cables de acero y demás estructuras de actividades del pasado (RH1). Por otro lado, al pie de la baliza ubicada en punta Bajos hay una importante cantidad de materiales como caños, restos de tambores, eslingas de acero, restos de madera, alambres y demás estructuras (RH2). También entre el hangar y el depósito de víveres hay otro remanente de residuos inertes, representados por caños de hierro, caños de hormigón, orugas y demás artefactos. La realidad indica que muchos de estos, al estar desde hace mucho tiempo a la intemperie, se encuentran contaminando el suelo producto de la alta corrosión evidenciada.




También se destaca como aspecto ambiental negativo, a modo general, la presencia de pequeños residuos de actividades desarrolladas en el pasado en el entorno de todas las instalaciones de la base, así como en todo el sector costero de toda la punta (entre 4 y 5 km), como en distintas partes de la base.

En cercanías a la Baliza Ski (RH6), hacia el sector NNE de la casa principal: sobre la morena ubicada en este sector, se ha detectado un depósito residual histórico. En el lugar, se pueden visualizar restos de madera, plásticos, gomas, vidrios, metales, cerámicos, etc. De la misma manera, al otro lado de la morena, en línea recta a la casa principal, se ha detectado otro foco con residuos históricos enterrados y semi enterrados (RH7). Las cantidades para ambos casos no se pueden especificar, pero por el tipo de residuo visualizado y el estado en el que se encuentran, se presume que datan de muchos años en el lugar. También se deja el antecedente de que no serían los únicos, ya que hay lugares en inmediaciones de las morenas que no se recorrieron en detalle, aunque al caminar se pueden ver estos, en algunos casos, sobre la superficie debido a que estaban enterrados en el sustrato.

⁵ Para la evaluación de los sitios con residuos históricos y los procedimientos de limpieza posteriores se sigue lo establecido en el [Manual sobre Limpieza de la Antártida \(Resolución 1 2019\)](#).

Tabla 4: Sitios con residuos históricos presentes en el área de la Base.

<p>Depósito de residuos históricos RH1</p>	<p>Sector costero SE de la base: Allí se encuentra uno de los focos de residuos históricos. En el mismo, se pueden visualizar dos motores mecánicos, un motor eléctrico, un torno, hierros, cables de acero y demás estructuras de actividades del pasado (RH1). <i>Estado CAV 21-22</i> Este sector se encuentra con menos cantidad de residuos, al menos a la vista. Hay varios semienterrados en la costa. Durante nuestra estadía movimos algunos de estos lejos del margen costero dado que la fauna usaba este espacio, y frecuentemente se observaban animales recostados sobre los residuos.</p>	
<p>Depósito de residuos históricos RH2</p>	<p>Al pie de la baliza ubicada en punta Bajos hay una importante cantidad de materiales como caños, restos de tambores, eslingas de acero, restos de madera, alambres y demás estructuras (RH2). <i>Estado CAV 21-22</i> En la actualidad la baliza Punta Bajos se encuentra caída. En sí, el sector se encuentra con menos residuos del detallado en el informe anterior, se observan restos de la baliza, cables, alambres y eslingas de acero.</p>	
<p>Depósito de residuos históricos RH3</p>	<p>Entre el hangar y el depósito de víveres hay otro remanente de residuos inertes, representados por caños de hierro, caños de hormigón, orugas y demás artefactos. También se encuentra un grupo de restos de caños cloacales de hormigón almacenados en cajones de madera, los cuales pueden ser reutilizados en una platea de hormigón sin necesidad de tener que ser replegados (RH3). <i>Estado CAV 21-22</i> Mismas condiciones que las detalladas en el informe de la CAV 14-15.</p>	
<p>Depósito de residuos históricos RH4</p>	<p>Recorriendo el terreno, se detectó en lo que en apariencia fue la cabecera de pista alternativa, alrededor de 30 m² de suelo contaminado con hidrocarburos (brea). La procedencia de la misma, de acuerdo a lo analizado, podría ser producto residual después de haberla quemado a cielo abierto años atrás, para marcar el sentido de la pista secundaria (RH4). <i>Estado CAV 21-22</i> No se han distinguido las marcas de contaminación.</p>	

Depósito de residuos históricos RH5	De acuerdo a lo ya descrito en la sección referida a residuos, en el interior del hangar, hay grandes cantidades de residuos históricos ya estibados para replegar (RH5) <i>Estado CAV 21-22</i> Mismas condiciones que las detalladas en el informe de la CAV 14-15.	
Depósito de residuos históricos RH6	En cercanías a la Baliza Ski, hacia el sector NNE de la casa principal: sobre la morena ubicada en este sector, se ha detectado un depósito residual histórico. En el lugar, se pueden visualizar restos de madera, plásticos, gomas, vidrios, metales, cerámicos, etc. (RH6) <i>Estado CAV 21-22</i> Mismas condiciones que las detalladas en el informe de la CAV 14-15.	
Depósito de residuos históricos RH7	Pasando la morrena, en línea recta a la casa principal, se ha detectado otro foco con residuos históricos enterrados y semi enterrados (RH7). <i>Estado CAV 21-22</i> Mismas condiciones que las detalladas en el informe de la CAV 14-15.	

1.2.2.3 Acciones para mitigar los impactos ambientales presentes

La presencia de los impactos mencionados debido al deterioro de las instalaciones de la base (en especial el manejo de combustible y la gestión de los residuos), hizo necesario a los fines de cumplimentar con los requisitos ambientales en el Área del Tratado Antártico, y mientras se desarrollaba el nuevo proyecto para Petrel, comenzar con tareas de mantenimiento y recambio de muchas de las instalaciones. Para poder llevar a cabo las tareas necesarias, por primera vez la Base Petrel funcionó como estación permanente a los fines de que el personal pueda llevarlas a cabo. Se realizaron entre otras acciones:

Tareas de mejoramiento de la habitabilidad de la actual casa principal.

- Reemplazo de cables.
- Reemplazo de caños plásticos.
- Colocación de Durlock.
- Colocación de acero estructural.
- Reemplazo de chapas acanaladas del techo.
- Reemplazo de maderas (terciado fenólico y machimbre).

Reparación parcial del Hangar (portones, locales interiores).

- Reparación integral de los portones de acceso (Al menos el principal).

- Reemplazo de chapas deterioradas.
- Pintura exterior.
- Reparaciones menores en losas de hormigón (piso interno del hangar).
- Reemplazo de vidrios en ventanas laterales.

Reacondicionamiento integral del edificio destinado a constituir la casa de emergencia.

- Conexión con el tendido eléctrico.
- Reemplazo de cableado y artefactos eléctricos. - Reemplazo de chapas acanaladas del techo.
- Reparación y pintado de paredes interiores (Cambio de placas de terciado fenólico y machimbre).

Sistema eléctrico (instalación de un nuevo generador – Unificación de la red eléctrica de la base – recorrida y reparación de tendidos eléctricos y sus tableros).

- Transporte e Instalación de 2 generadores en la Usina Principal
- Armado de tablero por Generador
- Armado y colocación de tablero general con llaves conmutadoras en Usina Principal
- Tendido de cableado entre la Usina de la Casa Habitación y Usina Principal
- Armado y colocación de tableros de distribución en fases (Casa Principal y de Emergencia)
- Tendido de cableado entre Tablero de distribución e instalaciones.

Sistema de agua (puesta en servicio del derretidor – instalación temporaria de una planta potabilizadora de agua – sistema de almacenamiento de agua).

- Puesta en funcionamiento del Derretidor ubicado junto al Generador Principal próximo a la Casa Principal
- Colocación de 2 resistencias eléctricas de 1500w cada una
- Instalación de bomba centrífuga trifásica de 3hp.
- Reemplazo de cañerías de agua desde Derretidor hasta tanque de agua en la Casa Principal.
- Instalación de Desalinizador/Potabilizador de agua en lugar a designar, próximo a la casa Principal y a cubierto para mantener la temperatura de operación.
- Limpieza del tanque de agua de la casa Principal.

Sistema de tratamientos cloacales (Instalación de una planta de tratamiento de líquidos cloacales – circuitos cloacales).

- Recorrido general de sistema cloacal desde sanitarios hacia el tanque principal del sistema cloacal.
- Conexión del sistema cloacal al tanque principal.
- Instalación de nueva cañería de descarga de líquidos cloacales tratados hasta la rada Petrel
- Instalación de tanques de maceración y decantación
- Remoción de la vieja cañería de descarga de líquidos cloacales.
- Vaciado de la vieja laguna de descarga.
- Retiro y almacenamiento de sedimentos contaminados para su posterior repliegue al continente.

Reparación integral de la cámara frigorífica.

- Tendido eléctrico hasta el edificio de la cámara frigorífica ▪ Reemplazo de sistema eléctrico.
- Confección e instalación de tableros de control.
- Colocación de equipos de refrigeración.
- Control de pérdidas de frío y sellado.
- Instalación de luminarias.

Sistemas de calefacción de los edificios (instalación de calefactores y revisión integral de los existentes).

- Revisión de la red eléctrica interna de la casa principal y de emergencia, y tendido eléctrico para calefacción.
- Instalación de nuevas estufas.
- Retiro de calefactores antiguos y redistribución.

Preparación y evacuación de residuos históricos.

- Remoción de estructuras de hormigón en desuso.
- Demolición mecánica de los cimientos de la casa principal original de la base, actualmente destruida.
- Procesamiento de estructuras de hierro y cañerías metálicas en desuso y su preparación para evacuar (cortes para reducir sus tamaños y embalaje)
- Envasado y retiro de residuos históricos.
- Retiro de residuos históricos clasificados del hangar.

- Corte y retiro de cisternas en desuso.
- Con respecto a estructuras de concreto, se procederá de la siguiente forma: a) Restos de antenas. Serán removidos y las torres de las antenas serán desmontadas. Se almacenarán aquellas torres que se encuentren en condiciones de su reutilización y se cortarán y prepararán para su repliegue al continente (las que se encuentren deterioradas y guardadas).
- Plataforma de la antigua casa principal. Será demolida mecánicamente. El material será removido y almacenado para su repliegue al continente. Parte del material podrá ser reutilizado para cimientos u otros usos considerando su condición de “inertes”.
- Otras construcciones de concreto. Serán demolidas y almacenadas para su repliegue al continente.

Sistema de abastecimiento de combustibles.

- Remoción de las dos cisternas existentes, asimismo se las cortará para su posterior repliegue al continente.
- Instalación de 2 cisternas en proximidades de la casa habitación actual y las otras tres en el sector donde se encuentran las cisternas en desuso que serán cortadas y replegadas.
- Construcción de las bateas una vez definido el lugar donde se establecerá el parque de cisternas.
- Se utilizará un Camión cisterna para la carga y descarga de las cisternas. Este vehículo será almacenado dentro del Hangar de la base y solo se lo empleará para el trasvase de combustible.
- Utilización de una bomba para la manipulación de combustible.

1.2.2.4 Conclusiones

La Base Petrel debido al uso irregular a lo largo de los años y a los efectos de las condiciones climáticas extremas, ha sufrido un importante deterioro. Las condiciones que presentaba tenían dos inconvenientes graves. Por un lado, la imposibilidad de establecer programas de investigación de consideración, ya que las condiciones edilicias no permitían disponer de la logística necesaria. Por otro lado, la precaria condición de los edificios generaba numerosos impactos ambientales negativos que exponían a los valores naturales de la zona. Si bien Argentina comenzó acciones de mantenimiento importantes para poder mejorar las condiciones y eliminar aspectos ambientales significativos (presencia de residuos, manejo de combustibles, etc.), la evaluación realizada permite establecer que la solución más adecuada es la renovación integral de la base dado que hay falencias estructurales en las instalaciones que son difíciles de solucionar. Los impactos ambientales provocados por la renovación de la base, si bien serán mayores que mínimos o transitorios, se podrán minimizar o eliminar luego de construida. Para Argentina es la oportunidad

de realizar por primera vez la renovación de una de sus bases, utilizando tecnologías y técnicas sustentables que permitirán un cambio significativo en las prestaciones que la base puede brindar al Programa Antártico Argentino.

El actual estado de la Base genera riesgos de contaminación y daño ambiental y las obras propuestas representan una manera de gestionar tales riesgos e impacto de manera adecuada.

1.2.3 Objetivo de la actividad propuesta

A partir de lo planteado en la revisión de la situación actual de la Base Petrel se plantean los siguientes objetivos:

Objetivo general

- Reconvertir la Base Antártica Petrel (BAP) para mejorar la eficiencia del Programa Antártico Argentina (PAA) para el apoyo a la ciencia y actividades logísticas argentinas mediante el desarrollo de infraestructura científica (laboratorios) y logística de apoyo (aeródromo, depósitos, etc.), que permitan el funcionamiento de la base en forma permanente, asegurando el desarrollo y el apoyo a la ciencia y el enlace logístico entre las Bases Antárticas (permanentes y transitorias), con los puertos y aeropuertos ubicados en el Territorio Continental Argentino con la finalidad de lograr.

Objetivos específicos

- Desarrollar un nodo científico integrado con laboratorios multidisciplinarios de investigación, ciencia y tecnología, que permita la estadía y el tránsito de científicos, junto con la recepción, almacenamiento, análisis y despacho de muestras.
- Mejorar la vinculación entre los medios logísticos aéreos y marítimos, con el fin de optimizar el apoyo a la Investigación Científica en el territorio antártico mediante una eficiente actividad logística antártica argentina.
- Reorientar el empleo de los recursos aplicados por nuestro país a apoyo a la actividad científica del Programa Antártico Argentino, sin necesidad de incrementarlos, proporcionando una mayor flexibilidad en los apoyos logísticos prestados y un mejor enlace entre nuestro país y la Antártida.
- Apoyar con las capacidades científicas y logísticas remanentes, actividades cooperación internacional con otros programas antárticos.
- Aprovechar las facilidades de acceso de base Petrel de medios aéreos y navales para centralizar a través de ella, las actividades de Búsqueda y Rescate (SAR) y evacuaciones sanitarias hacia el continente americano.

2 PROYECTO DE BASE PETREL

En 1976 la Base Petrel pasó a ser una base temporaria de verano, luego de que un incendio destruyera su casa habitación principal. A partir de ese momento -esta base que funcionaba como estación aero-naval- redujo significativamente su actividad, limitándose al mantenimiento periódico durante cortos períodos de tiempo en el verano austral. Sus actividades aéreas fueron trasladadas a la base Marambio constituyéndose del año 1976 al presente en el centro de las actividades aéreas del Programa Antártico Argentino y permitiendo la conexión rápida con el continente y el traslado y distribución de personal científico a bases y campamentos de la zona.

El incremento de la actividad científica del Programa Antártico Argentino, en los últimos años sumado al cambio de las condiciones climáticas y nuevos medios incorporados a la actividad, hizo repensar la forma de desplegar la ciencia y el consecuente apoyo logístico. El desarrollo de base Petrel, entonces nos remite a las restricciones que se presentan en el acceso, operación y mantenimiento de Base Marambio para el apoyo de la actividad del Programa Antártico Argentino (PAA). Estas restricciones se pueden resumir en los siguientes puntos:

- El acceso por mar hasta la zona de base Marambio solo puede hacerse con uno de los cuatro buques que emplea el PAA, el rompehielos “Almirante Irizar” que a su vez requiere el uso de helicópteros para acceder desde el buque hasta la base.
- Las temperaturas positivas, cada vez más frecuentes, afectan las condiciones de la capa activa del permafrost de la pista de aterrizaje, dejándola inutilizable una mayor cantidad de días año tras año durante la temporada de verano, oportunidad en que más vuelos se hacen hacia la isla.
- El abastecimiento de esta base se realiza principalmente por mar, con el empleo de helicópteros, con un gran consumo de horas de vuelo que podrían ser aplicadas a actividades científicas en otras zonas.

En este sentido, el empleo de la base Petrel permitirá sortear estas restricciones, complementando así un mejor empleo de los recursos y facilidades de transporte aplicados en apoyo al PAA, redundando en más cantidad de actividades científicas con los mismos recursos.

Por todos estos antecedentes, a partir del año 2002 la República Argentina se planteó la necesidad de lograr una mayor eficiencia de las actividades que desarrolla en el continente antártico, concentrándose en respaldar la actividad científico-tecnológica nacional. Los estudios requerían que la eficiencia buscada no demandará una mayor cantidad de buques, aeronaves y vehículos que los empleados hasta ese momento en las actividades científico-técnicas y logísticas del programa antártico argentino. De igual forma, tampoco deberían implicar un mayor empleo de los buques y aeronaves, es decir manteniendo la cantidad de días de empleo de los buques y horas de vuelo de las aeronaves.

Luego de varios análisis, se efectuaron relevamientos tendientes a determinar la aptitud, factibilidad y aceptabilidad del reacondicionamiento de la base Petrel como centro multimodal de

intercambio de cargas y pasajeros. Para ello, se pensó que era posible desarrollar un aeródromo apto para la operación durante todo el año de aeronaves de mediano y pequeño porte, junto con los servicios asociados a estos dos modos de transporte.

A partir del 2014, se inician las acciones para reactivar la base bajo una modalidad temporaria. Para la campaña 2015/2016 se planificó la primera internada, pero, por diversos inconvenientes no pudo concretarse y sólo se la continuó operando como base temporaria. A partir de la campaña 2017/2018, los ajustes presupuestarios impidieron su apertura como base temporaria permaneciendo cerrada hasta la campaña 2021/2022.

La reconversión de la Base Antártica Petrel en un nodo logístico y científico implica contar inicialmente con las instalaciones necesarias para la guarda del material constructivo, los equipos viales, sus repuestos y herramientas específicas. Independientemente de las zonas por responsabilidades operativas definidas, en la etapa de diseño se contemplarán la totalidad de los edificios, instalaciones y servicios básicos como un todo, evitando construcciones posteriores que generen inconvenientes al normal funcionamiento de los servicios y redes de la nueva base.

En el diseño de la base se han tenido en cuenta las construcciones existentes y sus condiciones ya detalladas y las necesarias a construir.

2.1 Descripción General de las Actividades Propuestas

Se describe a continuación las acciones generales a desarrollar en la Base Petrel para su renovación, incluyendo las acciones para el desarmado de viejas instalaciones y retiro de los residuos históricos que hay en ella, como así también el diseño, construcción y operación total de la base propuesta, lo que incluye la logística y transporte de los materiales y equipo, las obras civiles a efectuar, la instalación de los sistemas a operar, y la puesta en marcha de la nueva. Los lineamientos del proyecto se apoyan en la readecuación de la instalación existentes y su adaptación a las futuras funciones operativas de la base, determinando la infraestructura necesaria para brindar el soporte a las dos pistas de aterrizaje y a un muelle desarmable con capacidad para carga y descarga de buques polares.

2.1.1 Construcción de nuevas instalaciones

Sobre la superficie de 1,8 km libre de glaciares, y con la finalidad de ordenar el proyecto y las instalaciones necesarias, se sectorizaron zonas en función a las competencias operativas y funcionales de la base. Las instalaciones y actividades fueron agrupadas en las siguientes zonas:

- Zona Instalaciones
- Zona Ciencia
- Zona Campo fotovoltaico
- Zona Aeroportuaria
- Zona de embarco y desembarco ⁶
- Servicios de la base

2.1.1.1 Zona Instalaciones

El presente punto abarca todos los edificios y sus servicios básicos que permiten el funcionamiento de la base como tal y que serán construidos para la renovación integral de la misma.

La Zona Base implica la construcción de los siguientes componentes:

- A – Casa Principal
- B – Depósito de víveres
- C – Laguna Reserva Norte y Laguna Principal Sur
- D – Casa de emergencia
- E – Usina Principal
- F – Usina de emergencia
- G – Depósito de suministros
- H – Terminal de cargas
- I – Alojamiento de Emergencia y Gimnasio
- J – Talleres
- K – Planta de tratamiento
- L – Parque automotor
- M – Tanques verticales

2.1.2 Zona Científica

La base Petrel en sus orígenes contaba con una casa Principal que se destruyó a causa de un incendio en el año 1974. A partir de esa fecha se comenzó a ocupar el antiguo obrador como casa habitación, el cual fue modificado con ese fin. Desde el año 1976 hasta el 2021, la base fue operada durante los meses del verano antártico de forma irregular. Las limitaciones en el almacenamiento de combustible para la generación de energía, el deficiente estado de su sistema eléctrico, la dificultad para la obtención del agua y la ausencia de una planta de tratamiento de líquidos cloacales, limitaron en forma decisiva la cantidad de personal a operar la base.

Los estudios científicos realizados en la zona se encuentran limitados por la falta de instalaciones dedicadas exclusivamente a la ciencia. Esta situación fue tolerada por cuanto la base operaba como estación transitoria durante poco tiempo durante los veranos australes. La reactivación de la base, como base permanente, impuso la necesidad de contar con instalaciones adecuadas para la ciencia.

La decisión de la remodelación de la base Petrel como punto central para la distribución y apoyo de las actividades del Programa Antártico Argentino, proporcionará el fundamento necesario para la instalación de un laboratorio multidisciplinario que satisfaga las necesidades de la ciencia en la

base, recuperando de esta manera su capacidad científica. Como punto inicial, se planificó un espacio para la ciencia en la casa habitación a construir, para luego ampliar el espacio dedicado a la ciencia con un edificio completamente dedicado a la investigación.

Considerando que el objetivo general de la remodelación de la base Petrel es la de contribuir al cumplimiento de las tareas científicas, técnicas y logísticas del Programa Antártico Argentino, cumpliendo lo normado por el Tratado Antártico y protocolos vigentes, en ese marco, surge la necesidad de contar con instalaciones dedicadas a la ciencia que cubran las siguientes necesidades:

- Alojamiento para el personal científico, considerando a la base Petrel como punto para centralizar muestras tomadas en otras zonas y analizarlas in situ contando para ello con laboratorios secos, húmedos y sucios y una zona de almacenamiento para su expedición.
- Capacidad de alojamiento y de investigación para el personal científico en tránsito, satisfaciendo los requerimientos de análisis o almacenamiento de muestras que surjan de los tiempos de la operación de aeronaves y buques.

El laboratorio se ha proyectado como un anexo a la casa principal. Por tal motivo, este edificio continúa la línea de la Casa Habitación extendiéndose hacia el norte de esta, sobre el borde de la plataforma superior del cabo Welchness. El edificio aplicará las mismas técnicas constructivas empleadas en la Casa Habitación. La estructura se montará en forma independiente, fundando la misma mediante pilotes y alumna manteniendo los niveles de la Casa Habitación. Aprovechando la diferencia de altura del suelo, se agregará una planta más por debajo del nivel de la Casa Habitación.

El laboratorio está proyectado con dos plantas. La planta superior, a nivel de la planta de la Casa Habitación, para albergar OCHO (8) laboratorios, y una planta inferior para alojamiento con DOCE (12) habitaciones con capacidad para VEINTICUATRO (24) personas en total y DOS (2) salas de 36m² cada una. El edificio ocupará una superficie mínima de 462m², lo que hace una superficie total de 924 m² aprovechables.

2.1.3 Zona Campo Fotovoltaico

La energía es esencial para permitir el funcionamiento de las actividades de la Base como por ejemplo hacer funcionar motores, calentadores y otros equipos incluyendo generadores eléctricos en estaciones y en el campo, calentadores, sistemas de agua y residuos. Argentina ha usado como medio principal de suministro de energía en la Antártida los combustibles fósiles basados en hidrocarburos. El combustible normalmente se compra comercialmente y está sujeto a la variabilidad de los precios del mercado mundial. El mismo es transportado a la Antártida en barco y la quema de combustible es necesaria para propulsar la nave. Por lo tanto, reducir el uso de combustible ahorra costos operativos, reduce el impacto potencial de un derrame de combustible y reduce los contaminantes emitidos en todo su ciclo de vida. En este contexto, la integración de las energías renovables en plantas de energía en las Bases se está convirtiendo en la alternativa adoptada para reducir los impactos ambientales, ampliar la autonomía y minimizar los costos de la energía.

En la revisión ambiental de las actividades en Base Petrel por el Programa de Gestión Ambiental y Turismo se identificó y valorizó la exposición de la red de drenaje de la isla debido a la acumulación de combustibles. El problema fundamental que se mencionaba en dicho informe es la “gran dispersión espacial de los sitios de almacenamiento y trasvase”. Si bien se han minimizado problemas en su gestión desde la reactivación de la Base, el manejo de los combustibles presenta una larga lista de aspectos e impactos ambientales negativos que afectan a las condiciones ambientales de la zona impactada por la Base.

La gestión de combustibles (GOA, JP-1, nafta), gas, aceites, lubricantes y anticongelantes, implica el movimiento y almacenamiento de una gran cantidad de volúmenes anualmente, por lo tanto, cualquier disminución en esta cantidad representa una minimización de los riesgos e impactos ambientales asociados. Se debe recordar que entre los principios ambientales dispuestos en el artículo 3 del Protocolo al Tratado Antártico se establece que “las actividades en el área del Tratado Antártico serán planificadas y realizadas de la manera que se limite el impacto perjudicial sobre el medio ambiente antártico y los ecosistemas dependientes y asociados”. Así también, el *Council of Managers of National Antarctic Programs* (COMNAP, 2005) ha establecido las recomendaciones para los procedimientos de abastecimiento de combustible, así como para los planes de contingencias ante derrames de hidrocarburos y para la prevención de derrames y el almacenamiento de combustibles en las Estaciones y Bases Antárticas.

Tratando de resolver estos problemas, varios países han intensificado sus acciones relacionadas con el uso de ecotecnologías y energías renovables (Boccaletti & Di Felice, 2010; de Christo *et al*, 2016; Olivier, Harms & Esterhuyse, 2008). Por ese motivo, el propósito de la actividad propuesta es disminuir el consumo de combustibles fósiles mediante el uso de fuentes renovables en la generación de energía de la base y de esta forma también reducir las emisiones producidas por la combustión del gas oil antártico. Argentina ya ha comenzado el uso de energías renovables, en especial paneles solares, con una primera experiencia en Base Marambio, este proyecto en Base Petrel es la continuación de esa línea de trabajo.

Luego de los análisis realizados por especialistas en la materia en un estudio piloto con más de tres años de mediciones en la Base Marambio, se puede inferir que es una opción sumamente viable y oportuna la incorporación de sistemas de generación de energía eléctrica a través de paneles solares, con sus correspondientes inversores a corriente alterna en la Base Petrel. Los paneles solares son del modelo REC PICK ENERGY modelo REC245PE. La fábrica garantiza una vida útil del panel de 10 años y una potencia nominal estable hasta los 25 años. En total se emplearán 576 paneles. La construcción del campo fotovoltaico se efectuará en dos etapas.

- Etapa I: Consistirá en la instalación de un primer grupo de paneles DOSCIENTOS (200). Se construirá durante el primer año del proyecto. Esta construcción permitirá evaluar in situ, la potencia entregada a la red eléctrica y los cambios y/o modificaciones a realizar en la ejecución de la Etapa II del presente proyecto.

- Etapa II: Consistirá en la instalación de un segundo grupo de paneles solares TRESCIENTOS SETENTA Y SEIS (376) completando así el campo solar proyectado. Esta etapa se construirá durante el segundo año del proyecto.

Los paneles solares se instalarán en estructuras metálicas fijas. Cada estructura contendrá DOCE (12) paneles constituyendo una fila o mesa solar. Cada uno de ellos estará orientado hacia el norte, manteniendo a los paneles con una inclinación de 63°. Se construirán DIECISEIS (16) mesas en la etapa I y TREINTA Y DOS (32) mesas en la etapa II. Cada mesa solar estará separada frontalmente a una distancia de 8 metros para facilitar la exposición al sol y evitar sombras. Lateralmente, la distancia entre mesa y mesa será de 5 m, lo que facilitará la circulación de vehículos y la formación de colas de nieve.

Debido a que los generadores de la base estarán funcionando en forma permanente, el campo fotovoltaico estará conectado al sistema eléctrico a través de los inversores. Por tal motivo, no se prevé el empleo de un campo de baterías. Se emplearán 3 inversores, cada uno tomará un tercio de los paneles solares, aunque en la primera etapa se empleará un solo inversor para los 200 paneles. El inversor estará conectado al tablero general de la Usina. Los inversores estarán colocados en la parte posterior del campo de paneles solares en una casilla, a tal fin cuyo tamaño no superará los 2 m³ (2m frente, uno de profundidad y 1m de alto).

Se espera generar con DOSCIENTOS (200) paneles un 24% del total de la energía generada empleando los generadores de 120 KVA que tiene la base. Esto comprende los DOSCIENTOS (200) paneles a instalar durante la etapa I del proyecto. En la etapa II, agregando TRESCIENTOS CINCUENTA Y SEIS (356) paneles solares y manteniendo los mismos generadores, se estima alcanzar el 68% de la energía generada. En la etapa II manteniendo los generadores de 120KVA se estima que los 576 paneles, durante los días de sol en los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero alcanzarían para abastecer de energía toda la base (Figura 38).

Una vez instalados los generadores de 350KVA a instalar durante las siguientes fases del Proyecto de desarrollo de la base Petrel, los porcentajes anuales pasarán al 8 y 23% respectivamente. Durante los meses de verano, los QUINIENTOS SETENTA Y SEIS (576) paneles solo cubrirán un 40% de la energía total.

Cada estructura contendrá DOCE (12) paneles constituyendo una fila o mesa solar. Cada mesa solar estará separada frontalmente a una distancia de 8 metros para facilitar la exposición al sol y evitar sombras. Lateralmente la distancia entre mesa y mesa será de 5 mts, lo que facilitará la circulación de vehículos y la formación de colas de nieve. Eventualmente se podrá hacer una disposición más profunda manteniendo las distancias entre las mesas solares. El desarrollo del campo fotovoltaico y su ubicación son descriptos en Anexo 4- Parque Solar Fotovoltaico.

Si tomamos la capacidad máxima de generación eléctrica de los generadores y la capacidad de generación eléctrica de los paneles solares durante cada mes del año en base Petrel, podemos inferir el aporte energético y el ahorro en combustible de los generadores por el trabajo más descansado de los mismos. En este sentido, el ahorro en combustible estimado, por el empleo de

los paneles solares durante la etapa I y II y con diferentes potencias de generadores (a similar porcentaje de potencia, producto del crecimiento de la base) es la siguiente:

Tabla 5: Cálculo de ahorro de combustible

Generador	ítem	200 paneles	576 paneles
120 KVA	Ahorro (lts):	26.010,12	74.909,16
	% del total	24%	68%
	Equivalente a:	100 tambores	262 tambores
350 KVA	Ahorro (lts):	26.537,29	76.427,40
	% del total	8%	23%
	Equivalente a:	92 tambores	267 tambores

Nota: Se aprecia que el ahorro en litros es similar en ambos tipos de generadores, variando sólo el porcentaje del total del combustible consumido.

Cada panel solar tiene un tamaño de 166 x 950 x 38 mm con una superficie total de 1,65 m². Asimismo, en la cara con las celdas solares posee un borde marco de 2,8 cm de ancho. Considerando estas medidas, el panel tiene una superficie utilizable de 1,50 m².

2.1.4 Zona Aeroportuaria

2.1.4.1 Pistas

En la base Petrel se construyeron tres pistas de aterrizaje para aeronaves, diseñadas y ejecutadas a mediados de la década del '60. Fue justamente en el mes y año de inauguración de la base, que una de las pistas fue utilizada por un avión marca Beaver (4-G-1). Al día de la fecha, ninguna de las pistas desde hace décadas se encuentra siendo utilizadas.

Las características topográficas del cabo Welchness, reúne los aspectos adecuados para construir hasta dos pistas de aterrizaje, con condiciones meteorológicas y altimétricas favorables para que un avión de planos fijos tipo Hércules C-130 opere con sus mayores prestaciones y en condiciones seguras. La aeronave C-130 será la aeronave crítica para este aeródromo y por lo tanto la base para el estudio y desarrollo de este.

El espacio del Cabo Welchness es amplio y permite el diseño y proyección de pistas de aterrizaje en varias direcciones. El diseño elegido se corresponde a dos direcciones de La Pista Principal con orientación proyectada 03/21, que alcanzará una longitud operativa aproximada de 1.500 metros, la Pista Auxiliar contará con una longitud de 1.200 metros, y una dirección 17/35. La ubicación de las dos pistas ha sido seleccionada de forma tal que se realice el menor movimiento de suelo posible, y con el objeto de cumplir con la normativa 156.303 (donde se especifica la superficie que deberá quedar libre de obstáculos) y 156.229 B de la RAAC 156 (donde se especifica la pendiente longitudinal máxima). Asimismo, estas dos direcciones están orientadas según los datos de vientos disponibles.

La dirección de ambas pistas, calle de rodaje y plataformas de operación para los distintos tipos de aeronaves que operarán en la zona, se ajustaron a los parámetros de diseño de la Organización

de Aviación Civil Internacional (OACI) y otras normativas vigentes para pistas emplazadas en el Continente Antártico, permitiendo de este modo, que otros países puedan operar y disponer a futuro, de los servicios derivados como SAR, carga y logísticas, entre otros.

La Pista Principal con orientación proyectada 03/21, alcanzará una longitud operativa aproximada de 1.500 metros, la Pista Auxiliar contará con una longitud de 1.200 metros, y una dirección 17/35 (Figura 30); solo se empleará en caso de emergencia o que las condiciones meteorológicas cambien en forma no prevista y se deba efectuar el aterrizaje. Ambas pistas, cumplirán con las exigencias normativas internacionales sobre los espacios de seguridad en las cabeceras y laterales de pista. Asimismo, serán construidas cumpliendo con los requerimientos fijados en el Sistema del Tratado Antártico, relacionado con el cuidado y preservación del medio ambiente.

El suelo del lugar está conformado según consta en el “Estudio Geocriológico-Geotécnico para el diseño de pistas aéreas en el cabo Welchness” (Desarrollado por el Instituto Antártico Argentino en noviembre 2006), por gravas medias y finas, arenas, poca a nula existencia de arcillas y a su vez, hay presencia de permafrost seco a una profundidad promedio de 1,40 metros. Asimismo, el trazado de las pistas presenta diferencias en los niveles de hasta 5 metros, por lo cual se deberá hacer un trabajo de nivelación previo al trazado de las pistas.

Frente al hangar, se dimensionó la calle de rodaje y la plataforma para operación de aeronaves, adoptando como aeronave crítica a un avión Twin Otter, que, si bien hoy en día no está operando en el Programa Antártico Argentino, se prevé que en el mediano plazo se retome su operación. Por otra parte, debe considerarse que este tipo de aeronave es muy empleado por otros programas antárticos, razón por la cual no se descarta que puedan operar en la base Petrel por diversas causas (SAR, Auxilio mecánico, abastecimiento de combustible, aero- evacuaciones etc.). También se verificó la capacidad de esta zona para que operen helicópteros medianos como el MI-171.

Se consideró el emplazamiento de dos plataformas, para operar con helicópteros, aeronaves de mediano porte y con dos aeronaves C-130 en forma simultánea con un margen considerado entre aeronaves/objetos de 7.5 metros. Se preverán áreas para calles de servicios, zona de maniobras y depósito de equipos terrestres. Habrá un puesto de estacionamiento aislado designado a 100 metros de las instalaciones u otra aeronave estacionada:

Para la construcción de la zona aeroportuaria se ha establecido las siguientes etapas:

- La Etapa 1 del proyecto, comprendería la construcción de la pista principal 03/21 para operaciones de precisión, 2 helipuertos (para B-412 y Mi-17), con calle de rodaje, plataforma de aeronaves y cargas en el sitio peninsular inferior. Cartas de procedimientos. Calles vehiculares, luces de aeródromo. Infraestructura de la terminal de pasajeros, de oficinas operativas, de torre de control y de servicios concurrentes. Radioayuda VOR/DME. Comunicaciones.
- La Etapa 2 del proyecto, incorpora la construcción de la pista secundaria 17/35 para operaciones de no precisión, 2 helipuertos (para B-412 y Mi-17), calle de rodaje,

plataforma de aeronaves y cargas en el sitio peninsular superior. Incorporación del sistema de aterrizaje GBAS, y con el objeto de incrementar la seguridad operacional, la instalación de un Radar RSMS y Radar Meteorológico en el aeródromo Marambio (TMA MBI) por tener este sitio radar mayor cobertura al estar sobre una meseta.

2.1.4.1.1 Fundamentos de la selección de las pistas

Cambio climático

Es de conocimiento público la influencia del calentamiento global sobre el continente antártico.

El aumento de la temperatura promedio en el continente antártico con picos que marcan récords no es más que la manifestación de la influencia del cambio climático en las condiciones meteorológicas de la Antártida.

Debe considerarse que el norte de la península antártica es la zona de mayor actividad científica de la Antártida occidental, con la presencia de casi el 50% de las bases antárticas, lo que implica un gran movimiento de medios navales y aéreos durante el verano antártico, a los que se suman los cruceros turísticos.

Sobre el norte de la península antártica, sobre la latitud de 60° S circulan regularmente centros de baja presión que emiten vientos en sentido antihorario hacia el norte y el sur antártico.

En el caso particular de la península antártica, al sur de la Isla Cerro Nevado se ubican regularmente centros de baja presión sobre la costa Este de la península que emiten sus vientos hacia el norte, los cuales se canalizan a través de las islas Cerro Nevado, Marambio, I. Ross y más al norte.

El cambio climático está afectando estos centros de baja presión, produciendo no solo las mayores temperaturas señaladas sino cambios en la formación y ubicación de los centros de baja presión y por lo tanto un cambio en las condiciones meteorológicas, especialmente el viento, con direcciones e intensidad fuera de los registros.

Esta variabilidad está produciendo cambios repentinos en las condiciones meteorológicas, lo que dificulta aún más su predicción.

En el caso de Base Marambio y la Base Petrel, se están registrando mayores períodos de vientos fuertes y con direcciones no habituales.

Finalmente, se considera que estos cambios y situaciones fuera de lo común se incrementarán o se manifestarán de otra forma aún no vista.

Con respecto a la base Petrel, los vientos predominantes en el cabo Welchness son Oeste – Este, sin embargo, los más fuertes son Sur – Norte. Estos vientos se dan principalmente a partir del otoño con la ubicación de centros de alta presión al sur de la Isla Marambio. Esto significa que, durante el verano, cuando se efectúan la mayoría de los vuelos a Petrel, no será necesario el uso de la pista secundaria en condiciones normales y, a partir del otoño, podría llegar a ser empleada en el caso de que las condiciones meteorológicas (no previstas), obliguen a su empleo ante la eventual necesidad de regresar al continente americano.

Situación sanitaria Mundial

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha señalado que “la aparición de enfermedades infecciosas patógenas en los últimos veinte años y los recientes brotes de enfermedades zoonóticas han llamado cada vez más la atención del público sobre el hecho de que las enfermedades van y vienen entre especies. De los 1.415 patógenos humanos conocidos, el 61% son zoonóticos”.

Un factor importante en la aparición de nuevas zoonosis es el contacto más estrecho con la fauna salvaje tanto de los humanos, como de sus animales domésticos, causado en particular por la creciente invasión de los hábitats de la fauna salvaje. Otros factores generales son los cambios medioambientales, la globalización de la producción y el comercio de alimentos, la adaptación microbiológica y los factores de comportamiento humano.

La globalización de los viajes y el comercio y la agilización de los intercambios de personas y productos entre países permiten una rápida diseminación de las enfermedades infecciosas desde su foco inicial. Es difícil estimar la carga que suponen las zoonosis para la salud humana, sobre todo porque las infecciones endémicas se notifican muy poco en todo el mundo. Sin embargo, es innegable que las zoonosis emergentes tienen implicaciones tanto directas (en términos de morbilidad y mortalidad) como indirectas (por su impacto en la práctica y la estructura de la salud pública) sobre la salud pública.

Las experiencias producidas por el COVID en el ámbito antártico, señalan que a pesar de los esfuerzos realizados para evitar la llegada de virus SARS-CoV-2, la circulación de personal entre los continentes y la Antártida no pudo evitar que hubiera casos de infecciones por covid en el continente antártico, por suerte sin casos letales.

Sin embargo, como medida de prevención, aquellos casos que se manifestaron debieron ser trasladados a centros médicos fuera de la Antártida, para preservar la salud de las personas infectadas y para evitar la propagación del virus.

En la actualidad nos encontramos con la mortalidad de aves y mamíferos contagiados con influenza. Como se ha tratado en la última Reunión Consultiva desarrollada en la ciudad de Helsinki, Finlandia, se estima que la fauna antártica se verá afectada con la producción de casos durante el presente año. Cuando la influenza aviar es transmitida al ser humano, los síntomas en las personas pueden ir desde una infección leve de las vías respiratorias superiores (fiebre y tos) hasta neumonía grave, síndrome de dificultad respiratoria aguda (dificultad para respirar), shock e incluso la muerte.

Esta nueva alarma implica la confección de nuevos protocolos tendientes a evitar la propagación de la enfermedad y su posible contagio a personas humanas. Considerando las características de estas enfermedades, en caso de que ocurran casos, el personal deberá ser aislado y rápidamente evacuado hacia un centro de salud fuera del continente antártico.

Estas situaciones señalan que es posible que la aparición de nuevas enfermedades impongan nuevas medidas sanitarias y protocolos que impliquen la evacuación del personal del continente antártico.

Accidentes aeronáuticos

La Organización Internacional de Aviación Civil (OACI) ha publicado su Informe de seguridad operacional correspondiente a 2022, con un análisis detallado de los resultados de seguridad operacional de la aviación civil correspondientes a las operaciones de 2021.

Dichos resultados muestran una disminución del 9,8 % de la tasa mundial de accidentes el año pasado, frente a 2020, con un descenso del 2,14 al 1,93 por millón de salidas.

Sin embargo, en el continente antártico la situación es diferente. El empleo de aeronaves en pistas semipreparadas o de tierra, junto con las características del clima antártico, implica un mayor riesgo. En los últimos años se han registrado algunos accidentes en las pistas de aterrizaje que se emplean en la península antártica.

- En el año 2016, durante un aterrizaje de un C-130 Hércules en Base Marambio la aeronave tuvo un golpe en la cola que le provocó un daño estructural de tal magnitud que impidió su regreso al continente americano. La aeronave quedó en la pista varios días hasta que pudo ser retirada y recién entonces se hizo posible el arribo de otra aeronave con los repuestos.
- En el año 2014, otra aeronave C-130 Hércules tuvo un accidente en base Frei que impidió la operación del aeródromo por un período de tiempo de una semana.

Estos accidentes, sin pérdidas humanas, indican que es posible que las pistas de aterrizaje queden inutilizables por cierta cantidad de tiempo, dificultando las operaciones aéreas.

Conclusiones

La disponibilidad de dos pistas de aterrizaje, una principal y otra secundaria permitirán al programa antártico argentino, contar con una pista de aterrizaje que asegurará:

- El aterrizaje de las aeronaves ante cambios repentinos y no previstos de las condiciones de dirección y potencia de vientos motivados por la influencia del cambio climático.
- Salvaguardar la vida humana, asegurando el aterrizaje de aeronaves destinadas a la aeroevacuación de personal, a pesar de los cambios meteorológicos repentinos o inutilización de una de las pistas.
- Mantener siempre una pista de aterrizaje operativa en el caso que una de ellas requiera mantenimiento o haya quedado bloqueada por un accidente aéreo.

Con respecto a la frecuencia de empleo del aeródromo, Argentina mantendrá su frecuencia actual de hasta unos 40 vuelos promedio por año. De ellos, un cuarto tendrá como destino base Marambio (10 vuelos) y el resto se dirigirán hacia base Petrel (30). Con esta acción se busca optimizar los vuelos actuales para aumentar su rendimiento en relación al transporte del personal hacia las diferentes bases y la posibilidad de tener un punto de apoyo en la Antártida que facilite el acceso a otras zonas de la Antártida.

No se operará en base Petrel con dos aeronaves tipo C-130 Hércules en simultáneo. Argentina no prevé el aumento de vuelos a la base Petrel con la disponibilidad de este aeródromo, sino la redistribución de los mismos entre base Marambio y Petrel.

La disponibilidad de la facilidad del aeródromo, junto con las frecuencias de vuelos argentinos a la base, permitiría su empleo por parte de aeronaves de otros programas antárticos en las oportunidades en que Argentina no prevea vuelos, previa coordinación y en las mismas condiciones que las aeronaves argentinas, facilitando la cooperación antártica.

Racionalidad del diseño de dos pistas

La extensión del cabo Welchness permite la posibilidad de construir 2 pistas casi perpendiculares sin necesidad de alterar las costas. La construcción de una sola pista en base Petrel pero de una longitud mayor a la evaluada no aporta más medidas de seguridad al vuelo y por otra parte implica avanzar sobre el mar alterando el lecho marino. Desde este punto de vista, esta pista tendría un mayor impacto ambiental que la construcción de dos sobre el terreno descubierto de la base Petrel.

La extensión sobre suelo marino es mínima y solo se proyecta las franjas de seguridad lateral y parte frontal. No afectan la pista en sí, puesto que sobre esas zonas no deberían circular las aeronaves.

Por otra parte, la posibilidad de construir una sola pista extendiéndose más hacia el entorno marino, (en contraposición de hacer 2) implica un mayor movimiento de tierra, un mayor esfuerzo y un cambio mayor en el medio ambiente del Cabo Welchness. Asimismo, la longitud planificada de las pistas satisface la operación de las aeronaves logísticas con que cuenta el Programa Antártico Argentino (aeronaves C-130).

Finalmente, el alargamiento de la pista no supe los fundamentos señalados para construir la pista alternativa.

Elevación de la pista - incremento del nivel del mar por calentamiento global

Desde el punto de vista de la geografía física, el meridiano de Greenwich y su antimeridiano correspondiente dividen a la Antártida en dos porciones: la Antártida Oriental que comprende las tierras ubicadas hacia el este de dicha línea y la Antártida Occidental que abarca las que se hallan hacia el oeste, ambos sectores de características muy disímiles. La Antártida Oriental está constituida en su mayor parte por una meseta de forma tabular que ocupa casi las tres cuartas partes de la totalidad del continente; sus costas son de una notable regularidad.

El relieve de la Antártida Occidental es mucho más abrupto y sus costas, sumamente irregulares; esta parte del continente tiene una larga saliente que se interna hacia el océano: la Península Antártica rodeada por los mares de Bellingshausen y de Weddell. Una de las principales características de la Península Antártica es que constituye una prolongación de la región continental hacia el norte y, junto con la región insular aledaña, alcanza la latitud de 60° sur. El hecho de que la mayor parte del continente está cubierto por una sábana de hielo de considerable espesor (Kotlyakov y Smolyarova, 1990) ha dificultado el conocimiento del relieve subglacial. Lythe et al. (2001) ha realizado cálculos estimados que suponen un espesor de la capa de hielo entre 600 y 4000 metros aproximadamente con una longitud marginal de esta capa de más de 20.000 km, la mayor parte en contacto con el océano. Su volumen lo estima en 25.400.000 km³, cantidad suficiente para hacer ascender, en caso de que se fundiera, en alrededor de 60 m el nivel actual de los mares.

Lo anterior indica que el aumento de 60 m del nivel del mar se daría con el deshielo total de la Antártida.

Finalmente, la pista se construirá con una cota de 7 metros de altura, y las edificaciones en Petrel estarán por encima de los 15 m.

Con respecto a la elevación del nivel del mar actual la Organización Meteorológica Mundial indicó que, durante el período 2014-2019, la tasa de aumento medio global del nivel del mar fue de 5 mm por año, frente a 4 mm por año durante el decenio 2007-2016. Este aumento es muy superior a la tasa media de 3,2 mm por año registrada anteriormente, desde 1993. La contribución de la fusión de los hielos continentales de los glaciares y de la cubierta de hielo al aumento del nivel del mar es cada vez mayor y actualmente esa fusión, y no la expansión térmica, es el elemento dominante en el presupuesto del nivel del mar.

Considerando estos valores de incremento del nivel del mar en los próximos años y su probable aceleración en relación con la cota de las pistas de aterrizaje no se prevé riesgo de inundaciones en las mismas.

Es posible que con marea alta y con tormentas el agua penetre en el cabo Welchness en las partes más bajas. Pero es en estas zonas en las que la pista estará más elevada. Asimismo, en la zona norte de la pista principal, se prevé la construcción de zanjas de escurrimiento, para facilitar la salida del agua que pudiera acceder. Ver punto Metodología para la construcción del terraplén y consolidación de las pistas del EMG Remodelación de la base Petrel.

Metodología para proteger los extremos de las pistas

En los gráficos del levante de las pistas de aterrizaje, se observa que las pistas sobresalen es en la proximidad a la ubicación de la baliza 35 m de lo que es la línea de costa.

La parte que toca la línea de la costa se corresponde con las franjas de seguridad que establecen las normas internacionales (en la pista principal de 40 mts laterales y de 30 mts en la pista secundaria. Al frente ambas pistas tienen una franja de seguridad de 90 mts.

Estas zonas no necesariamente tienen que estar niveladas o compactadas. Su función es que deben estar libres para que la aeronave pueda aproximarse a la pista y efectuar su aterrizaje.

En este sentido la proyección de la pista sobre el sector norte de la morena no será empleada por lo que los riesgos serán menores.

Estas zonas pueden estar reforzadas con gaviones y rocas para evitar que la acción del mar degrade el terraplén. Sí será necesario el estudio más profundo de la cabecera norte de la pista auxiliar que debe ser elevada hasta 4 mts. Estos estudios se deberán llevar a cabo cuando se inicien las tareas de nivelación en el terreno.

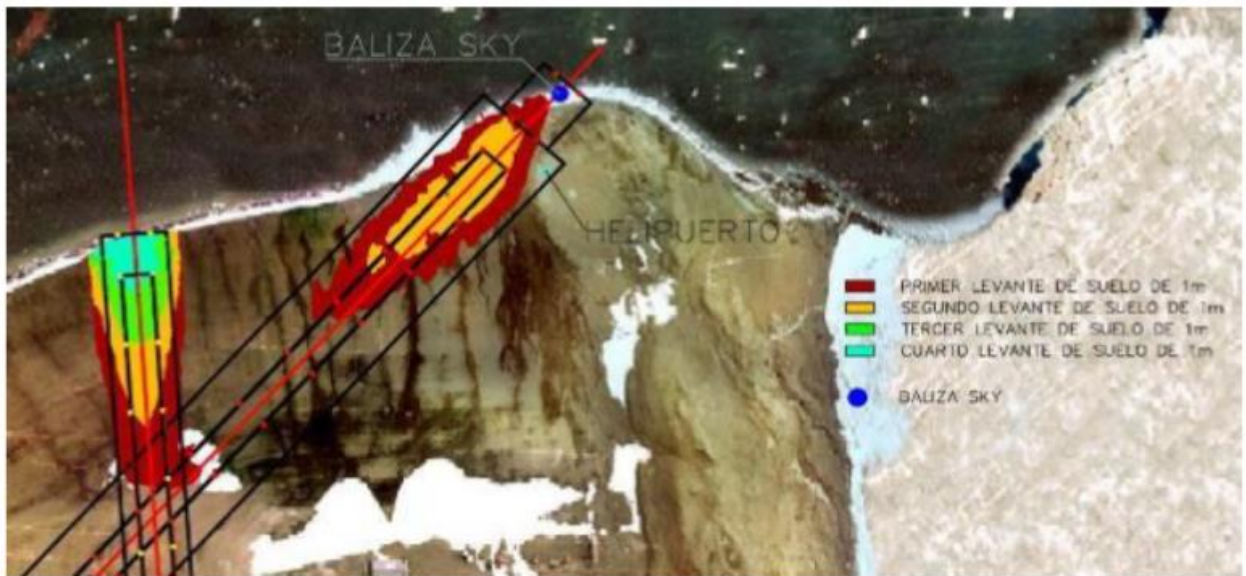


Figura 12: Sector de relleno y levante con suelo de aporte desde las morenas en cabeceras de pistas.

2.1.4.2 Instalaciones Aeroportuarias

La Torre de vuelo y Terminal de pasajeros estarán ubicados en la actual posición en que se encuentra el Galpón I, en el extremo Oeste de la plataforma superior del cabo Welchness. Constituirá un solo edificio de tres plantas, que contendrá todos los servicios de Terminal de pasajeros propiamente dicho (con sus correspondientes baños), servicio contra incendio (oficinas y estacionamiento de la autobomba), comunicaciones, meteorología, jefatura del aeródromo y torre de control. Ocupará una superficie del suelo de 341 m² y tendrá un total de 646 m² útiles para servicios.

Prestarán los siguientes servicios:

- Comunicación y Navegación Aérea: Los equipos de comunicaciones estarán de acuerdo con las normas internacionales de la OACI y estarán instalados en la Torre de Vuelo.
- Servicio de Salvamento y Extinción de Incendios de Aeronaves (SEI): Se dispondrá de una autobomba autopropulsada 4x4, del tipo OSHKOSCH o ROSEMBAUER, en cumplimiento a las normativas vigentes.
- Terminal de pasajeros: La terminal deberá disponer de un espacio físico suficiente para albergar hasta 80 personas en tránsito, con calefacción y sanitarios adecuados. Aspectos que permitirán mantener a los pasajeros concentrados luego de haber hecho su check in.
- Balizamiento e indicación de pista: Inicialmente se empleará sistema de balizamiento móvil del tipo NAVITRONIK o similar, con batería y telecomandado por radiofrecuencia hasta tanto, se defina el sistema fijo más adecuado y resistente a las inclemencias meteorológicas.
- Estación meteorológica: Se encontrará en el edificio de la Terminal de pasajeros y Torre de control. Además, se instalarán 1 / 2 estaciones meteorológicas como ayuda a la

navegación aérea. Prestará el servicio de pronóstico con el apoyo de la Estación Meteorológica de base Marambio.

- Torre de control: Se ubicará en el mismo edificio que la Terminal de pasajeros. Desde allí se realizará la coordinación de las aeronaves a arribar y desplegar en la BAP. Esta ubicación y altura, permite un control visual directo sobre ambas pistas de aterrizaje, la plataforma operativa para aviones, la calle de rodaje y la plataforma operativa para helicópteros.
- Comunicaciones aéreas: Se efectuarán y coordinarán las comunicaciones relacionadas con el Servicio Meteorológico Nacional, y con las aeronaves en vuelo o por aterrizar o despegar. Prestará el Servicio de Información Aeronáutica (ARO-AIS) y Comunicaciones.

2.1.4.3 Hangares

Respecto a los Hangares, se utilizará el Hangar para aeronaves ya existente en la base, que cuenta con 1150 m² cubiertos sobre el cual ya se han comenzado las obras de recuperación de este consistentes en la reparación del techo, portones y contrapiso. Será empleado principalmente para la guarda y mantenimiento de aeronaves. Se lo reacondicionará completamente y se pondrá en valor. De igual forma se repararán los depósitos que se encuentran dentro.

Este hangar será empleado para la guarda de Helicópteros y como taller de herramientas y equipos en apoyo al vuelo. Sobre el acceso oeste del hangar, se realizarán los trabajos necesarios para consolidar el terreno y conformar la plataforma de operación para helicópteros, disponiendo de 10.000 m² para la guarda y operación de aeronaves.

Además, se construirá un nuevo hangar de helicópteros con la finalidad de complementar el Hangar ya existente en la base Petrel. Se proyectó la construcción de un nuevo Hangar en el sector sur oeste de la plataforma superior del cabo Welchness. Este hangar se ubicará al oeste del Alojamiento de Emergencia y Gimnasio de la base. Su empleo previsto será para el hangaraje de un helicóptero tipo MI 171E de provisión en la Argentina.

Este proyecto para emplazar nuevos locales en el interior del Hangar existente en la Base Antártica Petrel, en el que se prevé el hangaraje de las aeronaves MI-171e y Bell 412. La provisión de dichos locales se organizó en dos módulos enfrentados, los cuales se diseñan ubicados en los laterales traseros del Hangar, y cuyas dimensiones resultan en 3,40m de frente para cada módulo, 12,40m de profundidad, y una altura máxima de 2,40m; en cumplimiento con el requerimiento operativo de contar con una superficie cubierta de 84 m² distribuidos en Planta Baja.

2.1.4.4 Depósito y bomba para combustible JP1

Se instalará una zona de almacenamiento de combustible JP1 para aeronaves. Esta plataforma se encontrará al sur de la Terminal de pasajeros y a una distancia relativamente cerca de la calle de rodaje, pero manteniendo la distancia de seguridad. También estará en una zona próxima a dos helipuertos. Allí se instalarán cisternas con una capacidad de almacenamiento de 35.000 lts. Todas

estarán comunicadas entre sí, contando con el correspondiente sistema de abastecimiento para las aeronaves. Esta plataforma tendrá su batea de contención de derrames.

El Parque de Cisterna JET-A1 se encuentra dentro de la Base Antártica Petrel, a unos 40m al Sudoeste del Hangar MI; a 170m al Sur de la terminal de cargas y Depósito DNA; a 160m al Sur del Hangar; a 190m al Sudeste de la Terminal de Pasajeros y a 120m al Sudoeste del Alojamiento de Emergencia y Gimnasio. La ubicación responde principalmente a la seguridad sobre las instalaciones, y la posibilidad de contención ante cualquier derrame.

El JP1 será empleado principalmente para la operación de helicópteros y aeronaves de pequeño porte (tipo Twin Otter). No se prevé el reabastecimiento de aeronaves de gran porte (C-130 Hércules), sin embargo, la capacidad de almacenamiento de 35000 lts es el equivalente a un tanque de combustible de aeronave C-130. Se ha calculado esta capacidad como máximo necesario para una situación crítica.

2.1.5 Zona Embarque y desembarque

El lugar de emplazamiento óptimo del muelle temporario se encuentra al Oeste de la “Lengua”, de baja profundidad natural que actúa como defensa ante los témpanos que puedan afectar a la estructura del muelle temporario. También debe estar al Oeste de la Botera, sector donde los bloques de hielo son de menor tamaño por lo que se podría desarrollar una navegación segura.

A partir del estudio de la batimetría existente de la zona, se establece que sobre la orilla hay un sector de la costa que se introduce dentro del mar con forma de “Lengua”, una distancia aproximada de 200 m lineales con muy poca profundidad, hasta aproximadamente 3.00 m, dejando a ambas márgenes sectores con una profundidad aproximada de 7.00 m. El sector Noroeste se encuentra con bloques de hielos aislados de tamaño reducido. Se puede observar que la cantidad de bloques de hielo disminuye hacia el Oeste y que se encuentran con mayor separación entre sí hacia esa dirección.

El muelle temporario será ubicado en proximidades de la actual casa habitación se utilizará para descarga, acopio y carga de mercadería.

2.1.5.1 Facilidades para embarque y desembarque

En el proyecto original se había analizado la construcción de un muelle con capacidad para amarrar buques de hasta 120 metros de eslora, con una dársena de aguas calmas y protegida de los escombros de hielos para embarcaciones del tipo bote de goma o barcasas. El lugar que había sido designado para la instalación del muelle era el sector ubicado al norte del Cabo Welchness, sobre la rada Petrel. Esa zona es dónde normalmente operan los buques.

Luego, se realizaron estudios de factibilidad y complejidad, donde se determinó que las corrientes marinas y la acumulación de hielos durante la época invernal desaconsejan la construcción (al menos por el momento) de un muelle, como así también de un embarcadero. Por lo cual, se decidió su completa eliminación del proyecto. Alternativamente se mantendrá el empleo de un muelle de duraluminio tipo temporario (también llamado “quita y pon”) confeccionado con material de puente M4T6, que permite su armado y desarmado en función a las necesidades de la recepción de cargas en la zona costera.

Botes, lanchones y Pontón

Como ayuda para efectuar la descarga de materiales en la costa, la base cuenta con un muelle de circunstancia desarmable. El muelle se instala en oportunidad previa a la descarga de materiales. El muelle es empleado con el Pontón o barcaza para la descarga de cargas muy voluminosas.

A la costa desde los buques, se accederá con embarcaciones menores (botes) y lanchones de desembarco y el pontón con que cuenta el Programa Antártico Argentino.

Los botes y los lanchones de desembarco vararán sobre la costa en un sector ya designado. Los botes, que cuentan con quilla de goma y los lanchones que tienen fondo plano sólo se apoyarán en la costa para efectuar la descarga de los materiales, por lo que el impacto sobre la costa será mínimo.

El pontón tiene fondo plano. Este podrá ser usado con el muelle, cuando las cargas son muy pesadas o hay hielo en la costa o apoyado sobre la costa cuando las cargas sean menores.



Lanchón de desembarco



Muelle de circunstancia desarmable

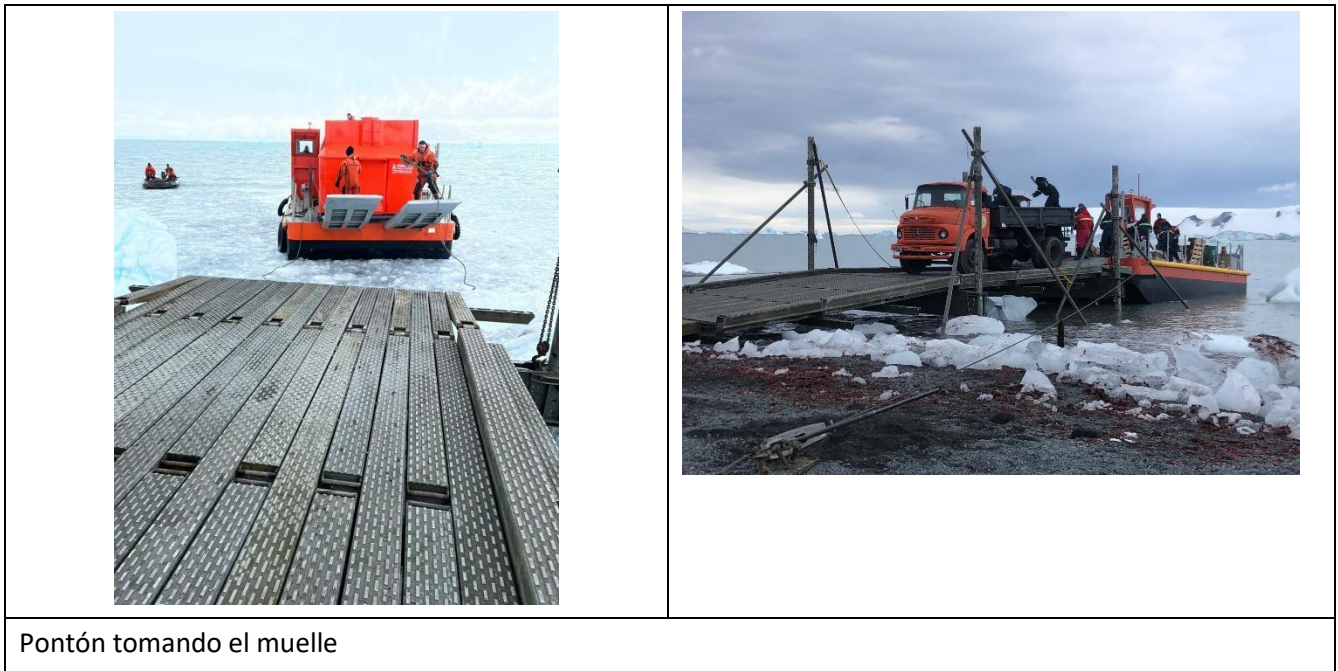


Figura 13: Lanchón de desembarco, muelle de circunstancia desarmable y pontón

2.1.6 Desmantelamiento y Recuperación de instalaciones existentes

Argentina viene realizando relevamientos técnicos en la Base Petrel a los fines de establecer el estado de los edificios y determinar la posibilidad de mantenerlos o reemplazarlos. En el año 2014 el Programa de Gestión Ambiental y Turismo hizo una revisión técnica de las instalaciones y se propusieron las siguientes tareas:

- Recuperar los edificios con estructuras metálicas (Hangar, Galpón I y Galpón II) y el Depósito Portuario hasta que se deban remover de acuerdo con el cronograma de actividades de la renovación de la base Petrel.
- Estas estructuras deberán ser sometidas a un plan de mantenimiento periódico que permita preservar y alargar la vida útil de las mismas. También deberán realizarse trabajos que permitan recuperar a óptimas condiciones cada una de éstas.
- Construir una nueva Casa Principal, Casa de Emergencia y Usina en la zona de las instalaciones aeroportuarias, por ser este el sector de suelo apto para edificar. Mientras se realizan los trabajos de construcción, la actual Vivienda Principal deberá ser utilizada como vivienda de obrador. Para el proyecto de las nuevas construcciones, deberá tenerse en cuenta que conviene tratar de que todas las estructuras de hormigón queden en lugares cerrados y no a la intemperie.
- Demoler los siguientes edificios: Casa Principal, Usina, Ex Usina, Casa de Emergencia y Cámara Frigorífica (tener en cuenta que la cámara propiamente dicha se puede recuperar).
- Instalar una planta de tratamiento de líquidos cloacales y una planta de desalinización de ósmosis inversa

- Construir nuevos depósitos de combustibles (cisternas). Las actuales no se encuentran en condiciones de ser utilizadas
- Remover todas las estructuras de hormigón de antiguas construcciones para ampliar la zona apta de construcción
- Otro tema no menos importante a tener en cuenta es el repliegue de la basura actualmente acumulada. Se estima un volumen aproximado de 5000 m de basura a replegar, incluyendo las demoliciones.

Partiendo de ese diagnóstico y en función del tiempo transcurrido se puede establecer que edificios serán removidos y cuáles serán recuperados:

- Casa Habitación: En los años en que la base fue operada como base transitoria se la acondicionó. El último año de funcionamiento se le hizo todo el cableado nuevo y la instalación de estufas con vistas a que la base Petrel funcione durante todo el año. En la actualidad se siguen realizando tareas en los sistemas eléctricos, de gas, agua, red cloacal y aislamiento para el funcionamiento óptimo de la casa. Salvo las tareas citadas, no se realizarán grandes obras de infraestructura en ella, por cuanto se prevé su remoción. La casa seguirá siendo empleada hasta que sea reemplazada la nueva casa principal de la base. Una vez reemplazada, se la desmontará.
- Usina Principal: Con motivo del estado actual de la Usina (actualmente taller de instalaciones), se instaló un contenedor con un generador de 150 KVA en una platea de hormigón próxima a la Casa Principal. Dicho contenedor presta energía a la casa principal y al actual taller de instalaciones. Durante el verano de 2021/2022 se instaló junto al contenedor, sobre la misma platea de hormigón, un tinglado metálico provisorio que servirá en forma provisoria para instalar allí los generadores que se llevarán durante la campaña 2022/2023. Dicho lugar funcionará como Usina Principal provisoria hasta tanto se construya la Usina Principal planificada en el proyecto de renovación de la base Petrel.
- Hangar: A partir del año 2015 se iniciaron los trabajos de remoción de los residuos almacenados dentro del hangar. Finalmente, durante la campaña 2021 se realizó el retiro total de residuos y preparación de estos para su repliegue durante el verano 2022/2023. Durante el próximo verano se prevé continuar las obras de mantenimiento instalando un sistema de calefacción, nuevas luminarias y reparación del piso. Este edificio se mantendrá en la nueva Base.
- Galpón I: Actualmente es empleado como taller mecánico. Durante la campaña 2021 se realizaron las siguientes tareas: recambio de chapas exteriores y sellado de filtraciones, instalación de red eléctrica, construcción de un portón de acceso para vehículos, colocación de estanterías para el almacenamiento de herramientas y repuestos y se prevé su remoción, una vez que se construyan los nuevos talleres de la base.
- Galpón II: Durante el verano 2021/2022 se realizaron tareas de mantenimiento. En la actualidad funciona como depósito de suministros. Se prevé mantener este edificio durante todo el desarrollo del proyecto de renovación de la base Petrel.

- Cámara frigorífica: Edificios sin uso. Se prevé su remoción.
- Cisternas: La base cuenta solo con 2 cisternas de 30.000 lts cada una. Las mismas están fuera de servicio y deben ser removidas. Se prevé su remoción durante el verano 2022/2023.
- Usina Auxiliar: Durante el verano 2019/2020 se instaló un motor generador para proporcionar electricidad al Hangar. Se le ha cambiado la red eléctrica e instalado los correspondientes tableros de control del motogenerador. En la actualidad brinda electricidad al grupo edilicio que se encuentra en la plataforma superior, menos la cámara frigorífica.
- Casa de emergencia: El edificio se encuentra en buen estado de conservación. Se prevé mantener este edificio hasta tanto se construya la nueva casa principal de la base.
- Depósito Portuario: Se propone su reciclado y utilización hasta tanto deba ser demolido por encontrarse en la zona de la cabecera de la pista de aterrizaje principal que se va a construir.

2.2 Alcance del Proyecto

El alcance de esta Evaluación Ambiental Global (EMG) incluye los siguientes componentes del proyecto:

2.2.1 Remodelación de las Instalaciones de la Base

La propuesta de remodelación de la Base Petrel incluye todas las actividades relacionadas con el diseño, construcción y utilización de la nueva base, también incluye la deconstrucción de los edificios existentes, las obras civiles y de cimentación, las obras de habilitación, la logística y el transporte, y la instalación y puesta en servicio de la nueva base.

2.2.2 Construcción y Uso de la Nueva Pista

Las actividades descritas en esta EMG se refieren a la construcción y utilización de las pistas de aterrizaje propuestas y las instalaciones terrestres asociadas, las instalaciones temporales in situ durante la fase de construcción, la instalación y el uso de maquinaria, el mantenimiento y el desmantelamiento de la pista de aterrizaje.

2.2.3 Construcción de la Central Fotovoltaica

Las actividades descritas en esta EMG se refieren a la construcción de la central fotovoltaica e incluye opciones de diseño del campo solar, la construcción e instalación de los paneles solares en el campo solar, las obras civiles y de cimentación, construcción y logística, y la instalación y puesta en servicio de la nueva central fotovoltaica.

2.2.4 Lagunas de Abastecimiento de agua

Las actividades descritas en esta EMG se refieren al diseño y establecimiento de las lagunas para abastecer de agua a la Base Petrel, e incluyen opciones de diseño, la construcción, las obras civiles y logística para el abastecimiento de agua a la Base.

2.2.5 Área de las actividades

El área afectada por las actividades propuestas (renovación de instalaciones, construcción de zona portuaria, instalación de central fotovoltaica y establecimiento de lagunas de abastecimiento de agua) es el Cabo Welchness en la Isla Dundee en Antártida. La actividad se llevará a cabo dentro del radio actual de ocupación y de desarrollo de las actividades científicas y logísticas de Base Petrel (Figura 49).

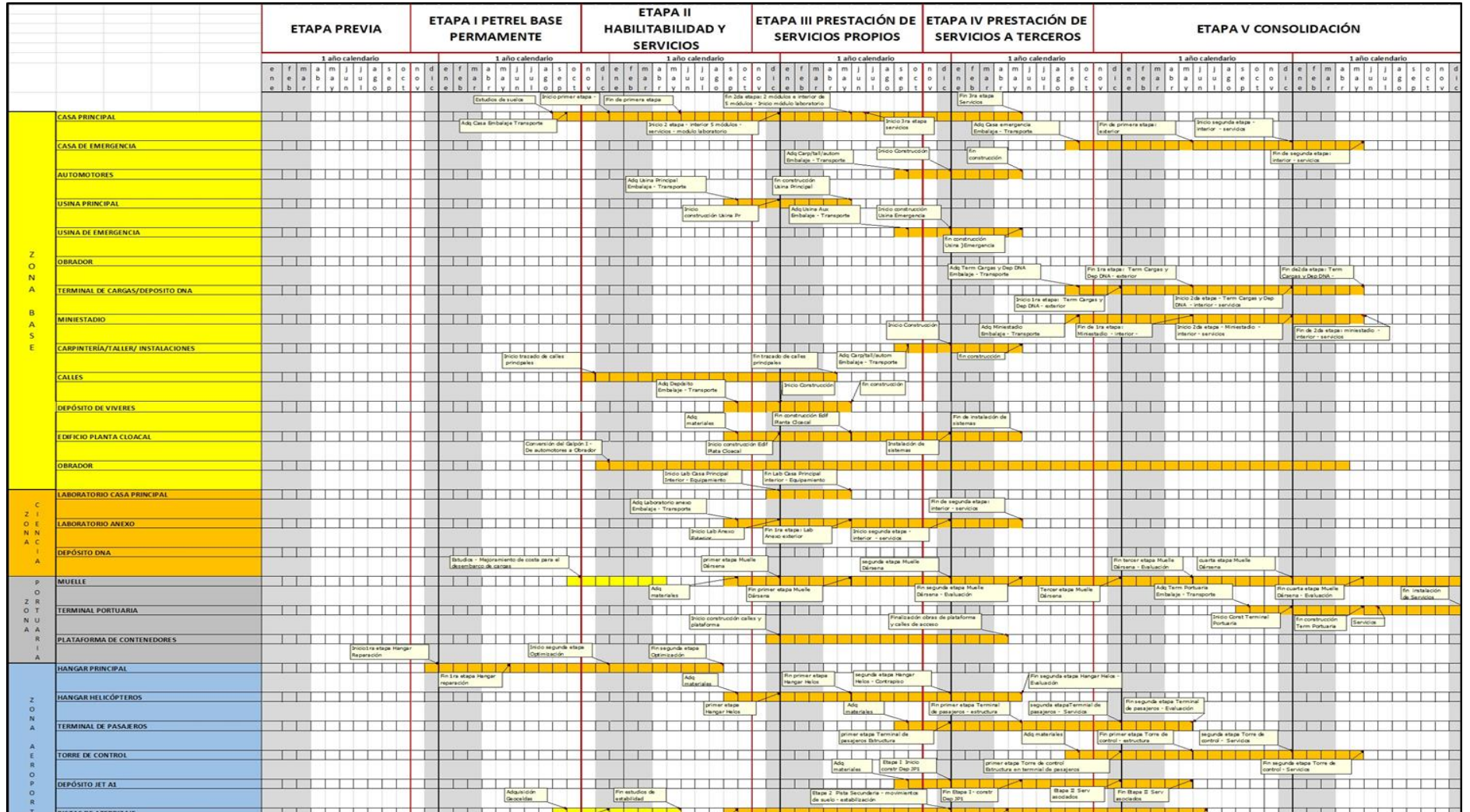
La isla Dundee se halla ubicada en el sector nordeste de la península Antártica, forma parte del grupo insular de la Tierra San Martín está presentada por las islas D'Urville, Joinville, Bransfield y varios islotes más pequeños. Tiene una extensión máxima de 27 km en la dirección oeste-este. Actualmente sus 450 km² se hallan cubiertos de glaciares que caen a pique sobre el mar. Las actividades implicadas en esta EMG se llevarán a cabo sobre la única área libre de hielo de la isla que se encuentra en la parte oeste de la isla, sus coordenadas geográficas son: 63°28'0" Latitud Sur y 56°17'0" de Longitud Oeste (Figura 49). Este sector denominado Cabo Welchness consiste en un área triangular abarcado aproximadamente 2,5 km². La mayor parte de este presenta una superficie muy plana de unos metros de desnivel, especialmente en sus bordes externos que limitan con el mar y están erosionados por pequeños chorrillos y los otros márgenes marcan por la cresta de la morrena lateral del glaciar Rosamaría. La extensión máxima de este sector plano es de 1950 m en la dirección de nordeste a suroeste y de 1400 m en la dirección de noroeste a sureste.

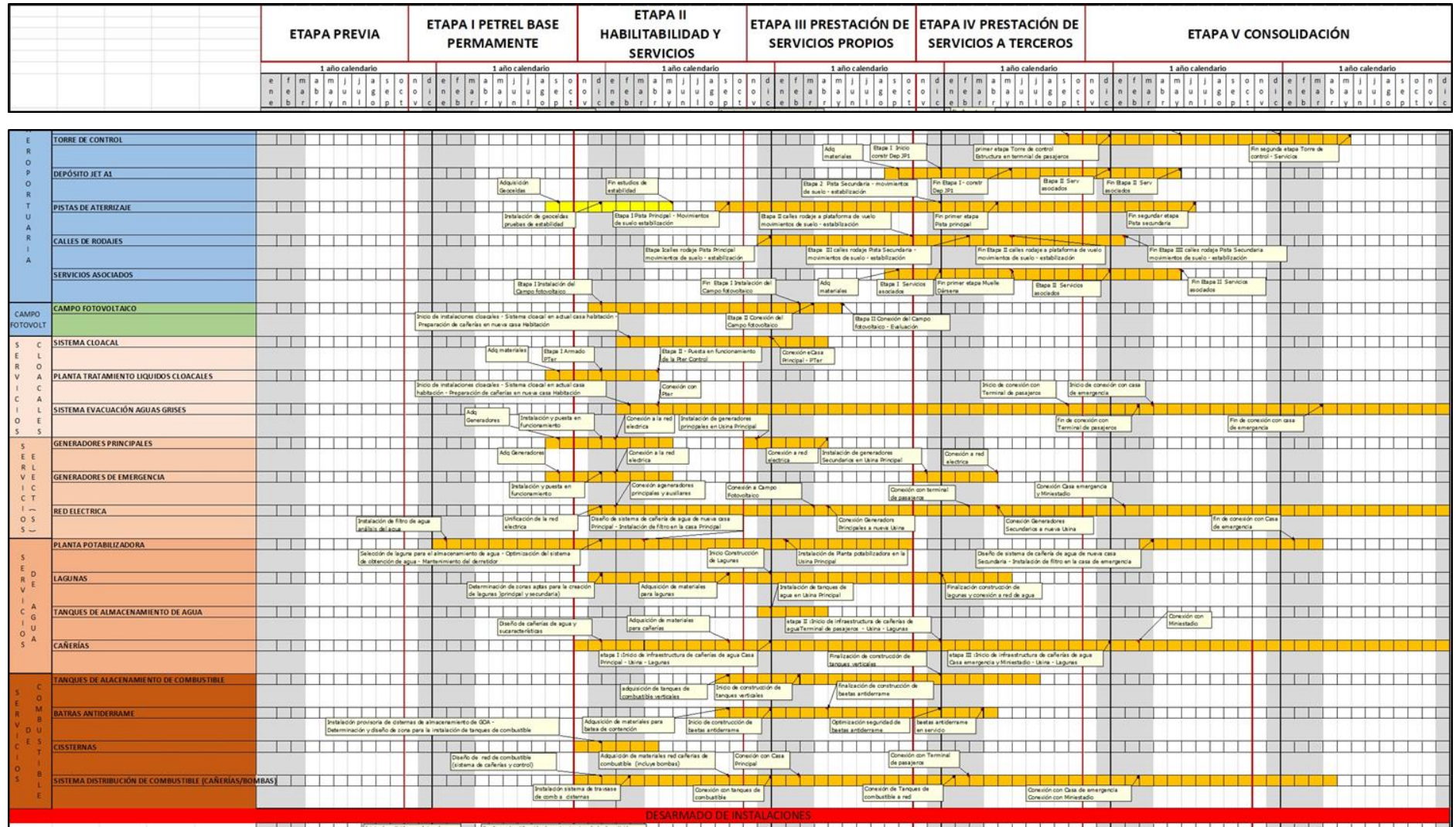
Por las características de las condiciones ambientales, la ubicación geográfica, características locales del relieve, meteorología; el Cabo Welchness manifiesta un lugar próspero para la renovación de la Base, la construcción de una pista de aterrizaje para las aeronaves de distintos tipos y para todas las demás actividades planificadas. Además, los criterios que guiaron la elección para llevar a cabo estas actividades fueron:

- El área para las instalaciones ya está impactada por los edificios existentes;
- Mínima superficie impactada y acotada al Cabo Welchness;
- Mínimo movimiento de materiales para la construcción de la pista;
- Mínimo movimientos para nivelación del terreno;
- El tipo de suelo;
- La orientación de la pista hacia los vientos más fuertes;
- La vulnerabilidad de la zona a los impactos del cambio climático;
- Ausencia de obstáculos en la línea de vuelo de aproximación;
- Los impactos ambientales acumulativos son mínimos;

2.2.6 Cronograma y etapas del proyecto

2.2.6.1 Cronograma del Proyecto (se adjunta como Anexo I)





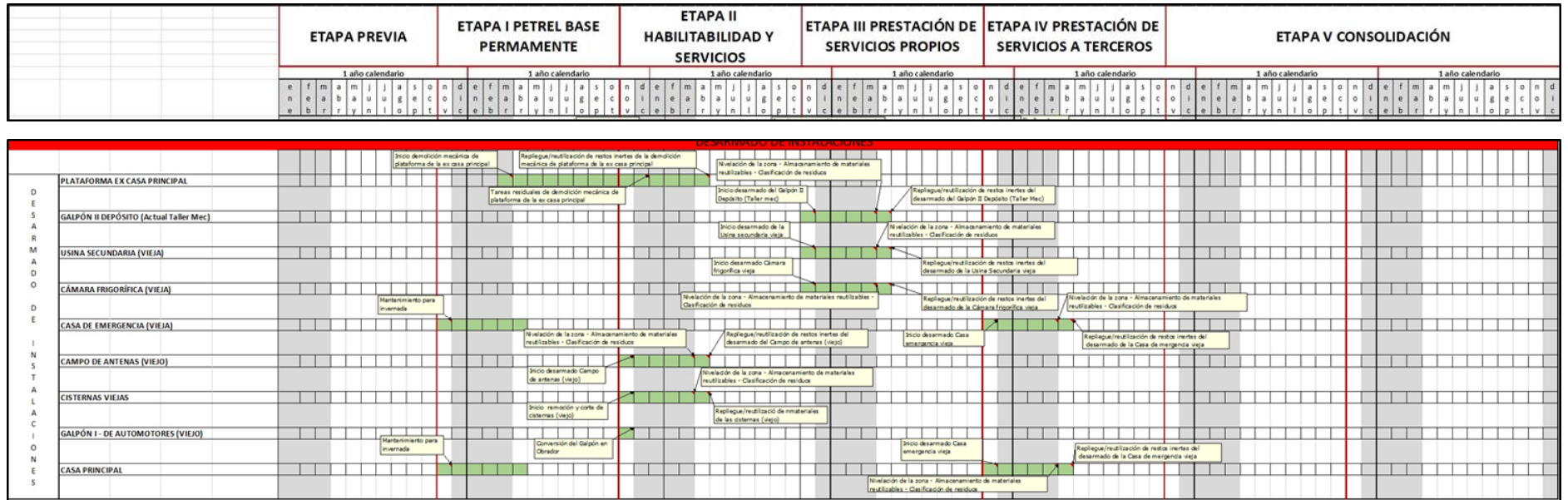


Figura 14: Cronograma del Proyecto

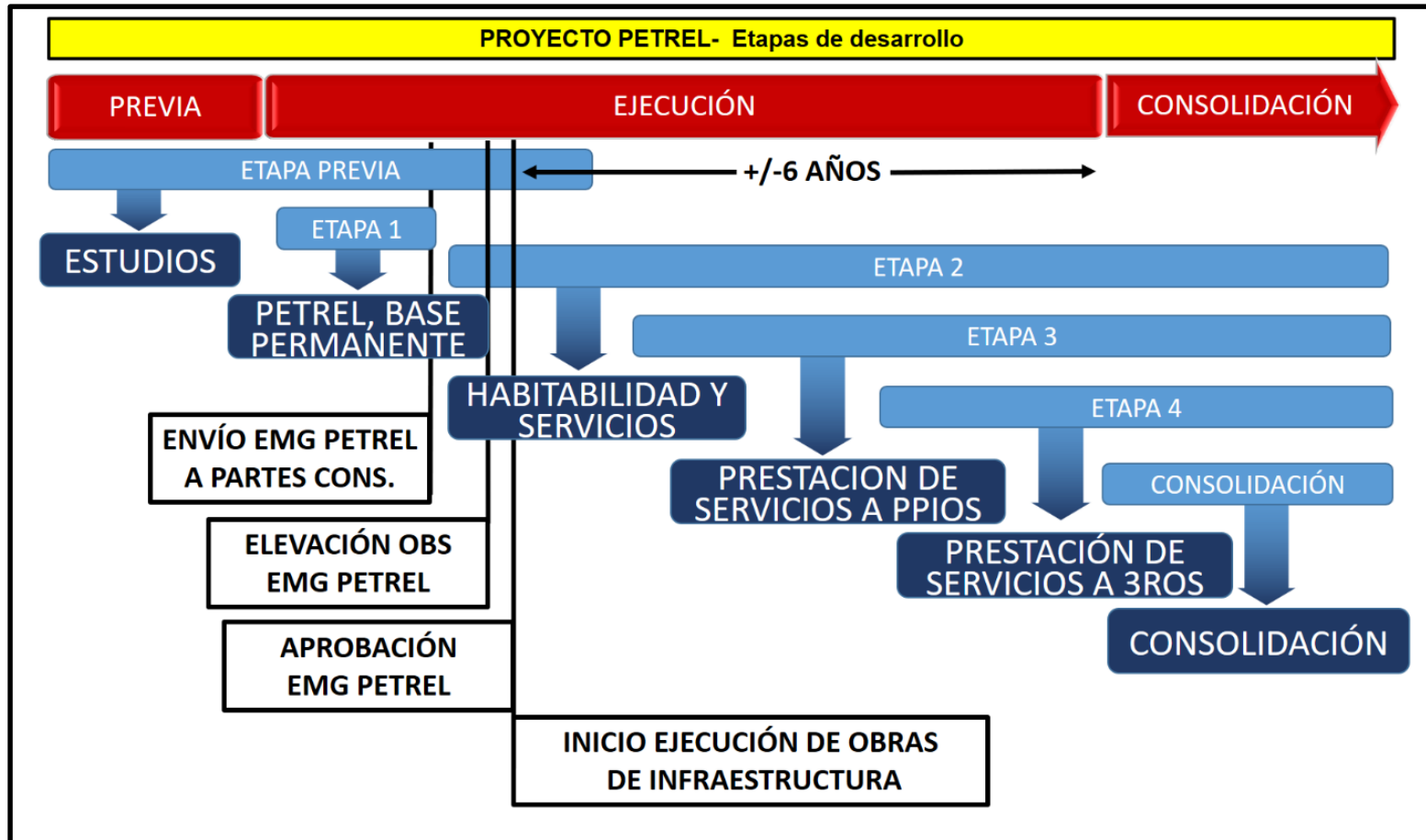


Figura 15: Proyecto Petrel. Etapas de Desarrollo

2.2.6.2 Etapas del Proyecto

El desarrollo inicial de la Base Antártica Petrel (BAP) (Figura 15) se ha pensado en un proceso de una etapa previa y cinco etapas bien definidas. Cada etapa puede o no, abarcar un año calendario. El tiempo de duración de cada etapa estará sujeta al logro del objetivo de cada una de ellas. La secuencia de las etapas responde a la lógica de desarrollo de la base. Sin embargo, es posible que actividades de diferentes etapas puedan desarrollarse en forma simultánea. Esta posibilidad se prevé en función a los tiempos de construcción, facilidades de transporte de los insumos y las características particulares del ambiente geográfico (Geografía, condiciones meteorológicas y épocas de acceso a la zona).

Dada la complejidad y diversidad de las actividades a desarrollar es probable que la ejecución de cada etapa se extienda en el tiempo más allá del año previsto. De esta previsión surge la aclaración que la ejecución de una etapa de desarrollo no excluye la posibilidad de ejecutar en simultáneo con una de las actividades previstas en otra etapa posterior. Las etapas establecidas, responden a una metodología lógica de planeamiento, que no puede ser rígida y por lo tanto sujeta a ajustes y adaptaciones.

Se considera el inicio de cada etapa (su ejecución) a partir del inicio del verano antártico (primeros días de diciembre).

Asimismo, las actividades principales de cada etapa se desarrollan entre los meses de septiembre e inicios de abril, por cuanto son los meses más favorables para las actividades al aire libre. Durante el resto de los meses, las actividades a desarrollar serán internas, mientras que las del exterior serán puntuales.

Las etapas previstas son las siguientes:

- Etapa previa: estudios
- Etapa 1 Petrel, base permanente
- Etapa 2 Habitabilidad y servicios
- Etapa 3 Prestación de servicios a propios
- Etapa 4 Prestación de servicios a terceros
- Etapa 5 Consolidación

A) Etapa Previa: Estudios

El objetivo de esta etapa es la de realizar el planeamiento del desarrollo de la base, resolviendo problemas de implementación, estableciendo etapas, requerimientos de materiales, tiempos de ejecución.

Si bien durante todo el proceso de modernización de la base se tomarán decisiones, es durante esta, dónde se tomarán las más decisivas, que están referidas a los parámetros de diseño que se

implementarán y capacidades a desarrollar para satisfacer las necesidades del Programa Antártico Argentino.

Las principales actividades desarrolladas fueron:

- Diseño inicial de la base, armado del proyecto y pasos o etapas a desarrollar en el mismo.
- Priorización de actividades en el tiempo.
- Parámetros logísticos a ser empleados (capacidades y limitaciones logísticas, oportunidades).
- Determinación de maquinarias y equipos a transportar, su adquisición y métodos de desembarco.
- Conformación de equipos de trabajo para la ejecución de estudios y reconocimientos.
- Inicio de la evaluación ambiental integral del desarrollo de la base.
- Abastecimiento de la base y transporte de materiales, vehículos y equipos para su reconversión.

En la actualidad, los estudios se han desarrollado en gran parte y se han consolidado en el Proyecto de desarrollo de la base y en el EMG Petrel, presentado ante el Comité de Protección Ambiental (CPA XXV) y el plenario de la Reunión Consultiva del Tratado Antártico (RCTA XLV).

B) Etapa I Petrel, base permanente⁷

Las actividades principales a desarrollar en esta etapa tendrán un lapso de duración de hasta dos años y medio aproximadamente.

El objetivo inmediato de estas actividades consistía en modificar la situación de la BAP ante la comunidad del Tratado Antártico, la cual pasó de ser una base transitoria, a ser una base permanente, con la característica de contar con una dotación de personal para invernar.

Asimismo, esta etapa prevé actividades de apoyo a las realizadas en la etapa previa de obtención de datos. En efecto, el paso de base transitoria a base permanente permitirá obtener datos de campo durante el invierno y evaluar las condiciones meteorológicas durante este período de tiempo. También permitiría efectuar una mayor cantidad de obras de mantenimiento de la base y la remoción de estructuras en desuso para que, junto a otros residuos históricos, sean clasificados, preparados y replegados de la base.

La dotación invernante, junto con un equipo de trabajo de verano, iniciaron las actividades de reacondicionamiento de la base para su funcionamiento anual.

El objetivo de la etapa respondió a la necesidad de mantener la base operativa durante todo el año, para llevar a cabo las actividades de mantenimiento y mejoramiento de la misma.

También, su operación permanente facilitará el envío de los diferentes grupos organizados para llevar a cabo los trabajos medioambientales y de diseño de la base.

⁷ Para la realización de esta etapa previa se confeccionó una Evaluación Ambiental Inicial (EMI) que se encuentra disponible en [IEE - Obras de Reparaciones y Mantenimiento en Base Petrel, Isla Dundee. Campaña Antártica de Verano e Invierno 2021-2022.](#)

Las principales actividades desarrolladas durante esta etapa fueron:

- Recolección de datos, estudios ambientales, de suelo, hidrográficos, meteorológicos y de diseño futuro de infraestructura.
- Determinación de las posibilidades de la construcción de un aeródromo y trazado de pistas.
- El análisis de la posibilidad de instalación de un embarcadero y/o mejoramiento de zona de desembarco.
- Mejoramiento de la habitabilidad de la base, mediante:
 - ☒ El mantenimiento integral de la Casa Habitación, el acondicionamiento de la Casa de Emergencia y la integración del sistema eléctrico.
 - ☒ La puesta en funcionamiento de la cámara frigorífica, la planta de tratamiento de residuos, el derretidor y el incinerador
 - ☒ El arreglo general del hangar existente (portón y techo) para la guarda de la maquinaria vial.
 - ☒ Reparación y recuperación de las edificaciones.
 - ☒ Reacondicionamiento de sistemas de agua, cloaca, electricidad y calefacción.
 - ☒ La clasificación, preparación y repliegue de residuos históricos.
 - ☒ Remoción de estructuras en desuso.

Asimismo, en esta etapa se continuaron realizando estudios para la solución de los problemas que pudieran surgir de la ejecución de las tareas de la reconversión de la base.

Se agregan como **anexos**:

- Movimiento de suelos – Canteras
- Ensayo granulométrico de las canteras de base petrel
- Estudio de agua

Es durante esta etapa cuando se obtuvieron datos que permitieron evaluar las diferentes alternativas de diseño de la base en función a las normas medioambientales fijadas por el Sistema del Tratado Antártico.

También, durante esta etapa se confeccionó la Evaluación Medioambiental Integral del desarrollo de la base Petrel (EMG Petrel) que fuera elevada a las partes consultivas del Tratado Antártico, actividad realizada y ya presentada en el CPA XXV y RCTA XLV.

La actividad principal de esta etapa finalizó con la presentación en la Reunión Consultiva del Tratado Antártico de la Evaluación Ambiental Integral de la base.

En la actualidad, la etapa ha alcanzado el objetivo de cambiar el estatus de la base, de transitoria, a permanente y se ha avanzado con los estudios para la confección de la Evaluación Medio Ambiental de la Base Petrel.

Las actividades desarrolladas en las campañas de verano Nov2021/Nov2022 y Nov2022/Nov2023, fueron las siguientes:

Nov2021/Nov2022
Puesta en funcionamiento de la Casa Principal con capacidad para albergar 20 personas. <ul style="list-style-type: none">● Reparación general de la estructura.● Sellado de fisuras.● Reparación de servicios.

- Casa de emergencia.

Recuperación total de la Casa de Emergencia con capacidad para albergar a 25 personas.

Puesta en funcionamiento los servicios generales de la base (electricidad, agua, gas).

Hangar:

- Clasificación y estiba de residuos históricos almacenados en su interior.
- Vaciado y reacondicionamiento de su interior.
- Instalación de sistema eléctrico y colocación de luminarias.
- Reparación integral de sus portones sector oeste.
- Reparación de techo y pintura total del exterior.
- Reparación de zócalos de hormigón.

Depósitos

- Recuperación total del Galpón I y II.
- Reparación y recambio de chapas del exterior.
- Limpieza y reordenamiento del espacio interior.

Usinas

- Reparación de exteriores.
- Puesta en funcionamiento de generadores principales y auxiliares.
- Reparación de tableros y tendidos eléctricos.

Estructuras de hormigón

- Inicio de demolición de platea ex Casa Principal.
- Demolición de viejas estructuras de hormigón
- Demolición de anclajes de hormigón.
- Clasificación, estiba y repliegue de residuos históricos.
- Instalación de antena satelital y conexión.
- Instalación sistema de AIS (Automatic Identification System)

Nov2022/Nov2023

Continuación de recuperación de la Casa Principal con capacidad para 20 personas.

- Redistribución de espacios.
- Reacondicionamiento total de los baños.
- Instalación de un gimnasio.
- Nuevas habitaciones para alcanzar una capacidad de 24 personas.

Hangar:

- Reparación total de su piso.
- Instalación de un sistema de calefacción.
- Reparación total del portón este.

Unificación del sistema eléctrico de la base. (anteriormente había dos redes eléctricas independientes)

Reparación total de la usina principal.

Estructuras de hormigón

- Continuación de demolición de la plataforma de la ex casa principal.
- Demolición de la estructura frente a la vieja frigorífica.
- Se retiraron los anclajes de hormigón del campo de antena y se desarmó el mismo.

Residuos

- Cortado de cisternas en desuso y preparación para su repliegue.
- Clasificación, estiba y repliegue de residuos históricos y de la dotación de

personal de la internada anterior.

-
- **Procedimiento empleado para el retiro de las antiguas cisternas (sin uso desde 1976)**

Se empleó el siguiente procedimiento:

- Se comprobó que no tuvieran combustible en su interior.
- Se comprobó que no hubiera manchas o restos de combustible en la zona inferior y próxima a las cisternas.
- Se las sacaron de sus apoyos y se procedió a cortarlas y prepararlas para su remisión.
- Posteriormente se efectuó una limpieza de la zona.
- A continuación, se efectuó una nueva revisión en busca de suelo contaminado en el sitio y se hicieron algunas perforaciones para verificar la ausencia de restos de combustible.
- No se hallaron restos de combustible o suelo contaminado,
- Posteriormente se procedió a la demolición de los seis soportes de hormigón donde se apoyaban las cisternas.
- Todo el material fue preparado para su repliegue al continente.

Las actividades de corte y traslado de los restos se efectuaron en días sin viento para evitar la dispersión de partículas que se pudieran desprender del proceso.



Figura 16: Inspección ocular, evaluación de ausencia de restos de combustibles.

- **Desarmado del campo de antenas**

El campo de antenas de la base consistía en cuatro torres de 30 m de altura cada una. Cada torre tenía diez tramos de 3 m de altura, de una estructura triangular de caño galvanizado.

Se efectuó un relevamiento de la zona del campo de antenas verificando la ausencia de aves en la zona. Con respecto a los gaviotines, sus nidos se encuentran en la zona sur de la morena, fuera de la zona del campo de antenas.

Cada torre de antena tenía 3 grupos de 3 riendas en cada lado. Se analizó la situación de las riendas a cortar por cada torre, a los efectos de dirigir la caída de las mismas en la dirección deseada, cuidando que caigan en forma suave y no se desarmen. Se hizo caer una torre por vez. Caída la torre, se procedió a su corte y preparación para su repliegue.

Se realizó una recorrida en los lugares donde cayó cada torre para efectuar una revisión y limpieza de posibles restos metálicos. No se detectaron restos de pintura, dado que las torres eran viejas y desde el año 1976 no se les había hecho mantenimiento alguno.

No se optó por el desarmado vertical de cada torre, en razón de que sus bases se encontraban deterioradas y era riesgoso para el personal.

C) Etapa II Habitabilidad y servicios

El objetivo de esta etapa es aumentar la capacidad para el alojamiento de personal, y contar con espacio suficiente para el acopio de materiales y maquinaria necesaria para el desarrollo de la base.

Esta etapa se ha iniciado como parte del plan de mantenimiento de la base Petrel, en enero de 2023.

Las actividades a desarrollar durante esta etapa están compuestas por dos grupos de tareas.

El primer grupo, está encargado del mejoramiento de las instalaciones y servicios, mediante la puesta en servicio del hangar de la base, el empleo de las viejas edificaciones, la remoción de aquellas estructuras en desuso o sin objeto actual y la remediación ambiental de la base mediante la recolección, clasificación, almacenamiento y repliegue de los residuos históricos de la base.

El segundo grupo, está encargado de la construcción de la nueva Casa Habitación y otras instalaciones. Con respecto a la construcción de nuevas instalaciones, no se iniciarán hasta tanto se dé por aprobado el EMG PETREL.

Las actividades del primer grupo en desarrollo son:

- Tareas residuales de habitabilidad y puesta en funcionamiento de servicios de la etapa anterior.
- Mejoramiento de los servicios de toda la base.
- Mejoramiento de las condiciones de habitabilidad de la base.
- Reordenamiento de las funciones de las instalaciones.
- Reparación y puesta en servicio del Hangar.
- Remoción de estructuras. (Ejecutado en un 80%).

- Clasificación, preparación, y remisión de residuos históricos. (Ejecutado en un 80%).

En general, todas estas actividades señaladas en el párrafo anterior se están desarrollando.

La etapa 2 se mantendrá activa hasta tanto se construyan todas las instalaciones, luego de la aprobación del EMC Petrel.

Inicio de la construcción de la nueva Casa Habitación

Como se muestra en el cronograma, durante el verano del año 2023/2024 se efectuará el inicio del transporte de cargas orientadas a la construcción de la nueva Casa Habitación una vez que el EMG Petrel sea aprobado.

Esta casa se construirá por módulos. Su construcción se iniciará con dos módulos: el módulo científico y el de servicios, que se corresponden a los módulos más al norte de la Casa Habitación. La construcción de estos dos módulos equivale a unos 800 m².

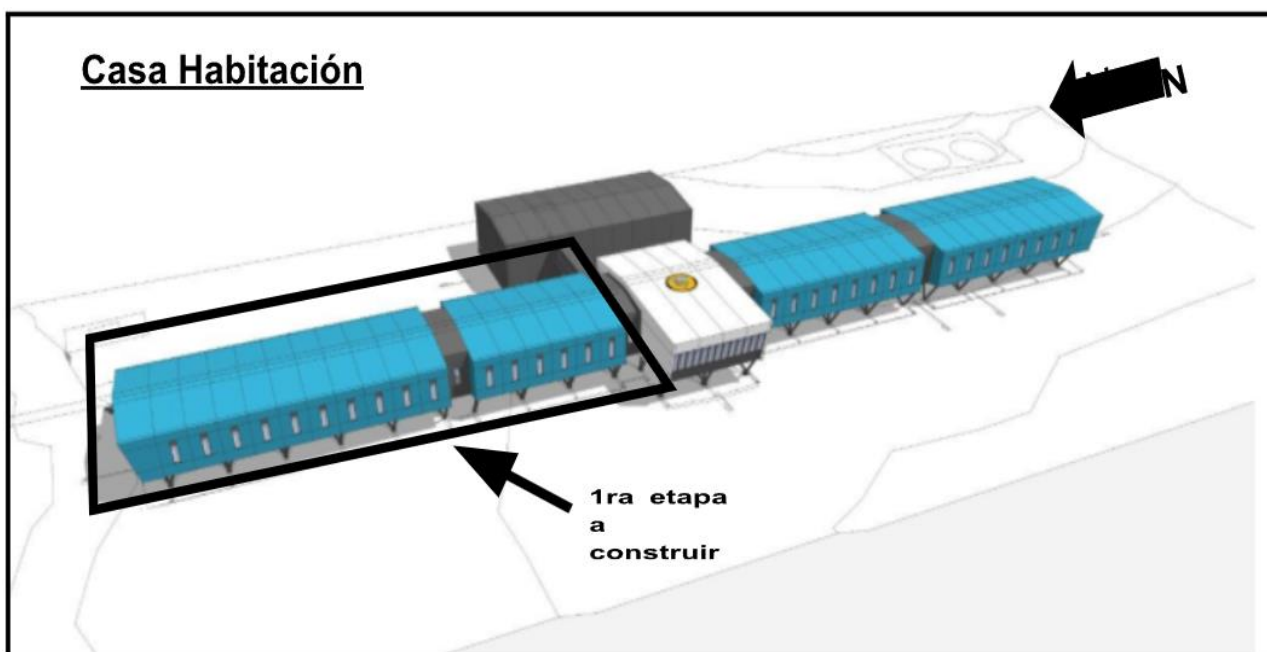


Figura 17: Vista general de la Casa Habitación.

Transporte de las cargas para la casa

El transporte de la carga se hará empleando el Rompehielos ARA “ALMIRANTE IRÍZAR” y se desembarcará mediante el uso de helicópteros y/o pontón.

Las cargas a ser transportadas para la base son las que figuran en el punto 2.1.4 Cronograma de cargas, estimadas para el desarrollo de la base Petrel.

En caso de usarse el pontón de transporte para llevar las cargas desde el buque hacia la costa, se lo hará tomando playa en los lugares ya indicados como lugares de desembarco en el EMG Renovación base Petrel (punto 2.2.8.3 Selección de las zonas de desembarco y embarco). Desde allí, serán transportados a las zonas de estiba con los vehículos con los que cuenta la base.

En caso de emplearse los helicópteros, las cargas serán desembarcadas en las zonas de estiba estipuladas para la nueva Casa Habitación.

- Las zonas de estiba de la carga para los módulos de base Petrel serán las siguientes:
- Toda la panelería y servicios quedarán estibados dentro del Hangar.
- El material de hierro galvanizado quedará estibado en la zona próxima a donde se encontraba la antigua platea de la ex Casa Principal, incendiada en 1976, ya que en ese sector se construirá la nueva casa habitación.

Infraestructura auxiliar

Se define como infraestructura auxiliar, a los fines de este estudio, a aquellas estructuras que no son determinantes en su tamaño o importancia pero que tienen características particulares que hacen al funcionamiento de la base o son puntos característicos de la misma.

Consideramos como tales a las siguientes estructuras:

- *Estación Meteorológica automática.* Estará ubicada sobre la costa norte del Cabo Welchness. Se instalará luego de la puesta en funcionamiento de la terminal de pasajeros, y servirá para efectuar los pronósticos meteorológicos en apoyo a las operaciones aéreas de la base.
- *Torre de control.* Será la obra de infraestructura de mayor altura de la base. Integrará el edificio de la terminal de pasajeros. Tendrá una altura de 12 m y sobre su techo contará con una antena y una baliza de 5 m de altura.
- *Baliza Sky.* Estará ubicada en la costa NE del Cabo Welchness, constituye una ayuda a la navegación.
- *Antena Satelital.* Con un plato de un radio de 1,8 m, proporciona el enlace satelital (voz y datos) con el continente americano. Se encuentra en la actualidad en proximidades a la actual Casa Habitación. Se prevé su cambio de lugar una vez que la nueva Casa Habitación se encuentre habilitada. Será ubicada en las proximidades de la cara norte del módulo Laboratorio.
- *Estaciones de bombeo.* Serán empleadas para impulsar fluidos en las diferentes cañerías. Habrá estaciones de bombeo para combustible y en la red de agua. Estas estaciones estarán ubicadas en pequeñas estructuras para la protección de los equipos. Serán operadas en forma manual.
- *Punto de volcado de aguas tratadas.* Estará ubicado sobre la costa sur del Cabo Welchness y será parte del sistema de tratamiento de aguas grises y negras. Consistirá en una pequeña casilla para la guarda de equipos para el mantenimiento de la cañería calefaccionada que volcará las aguas tratadas al Estrecho Antártico.
- Caminos y red de agua, cloacal y de combustible, ya detallados en el EMG Renovación Base Petrel.

Caminos

Se proyecta una red de caminos que cuenta con un camino principal (orientación N-S), que se encarga de conectar el sector portuario con el sector de servicios de la Base que se encuentra en la plataforma superior, la que a su vez cuenta con una extensión de 500 m. Por otra parte, dentro de la

plataforma superior se propone una red que interconecte todos los edificios de este sector entre sí, hasta alcanzar una extensión de alrededor de 1.310 m de trazado vial.

Por último, también se proyecta un camino de 630 m (E-O) que conecte la Terminal de Pasajeros con el camino principal mencionado en un principio, pero por la plataforma inferior, con un diseño que imita el contorno de la plataforma superior.

Los caminos están proyectados sobre huellas preexistentes y por lo tanto proporcionarán sustentación suficiente para el tránsito de los vehículos. Se proyecta, no obstante, el rediseño de acuerdo a los siguientes parámetros:

Parámetros de diseño:

- Radio de curva mínimo: 14 m.
- Pendientes longitudinales máximas 15%.
- Pendientes transversales máximas 3%.
- Velocidad de diseño: 30 km/h.
- Carga máxima: 20 t.
- Ancho de calzada: 4 m (sin banquina).

Los caminos serán de suelo consolidado, buscando que los movimientos de suelos sean localizados. Se excavará en los lugares necesarios y el suelo sobrante se utilizará para rellenar en lugares que requieran nivelación.

En el recorrido del camino se prevé el cruce, en distintos puntos, de instalaciones, ya sea de red de agua potable, recolección cloacal, red de distribución de combustible o instalación eléctrica. Se planteará entonces una solución donde se cruzarán los caños por debajo de la calzada del camino y se reforzará la capa rodante con un material que permita a los vehículos cruzar con precaución, sin generar un daño al camino ni a las instalaciones.

Durante el invierno, se realizará el mantenimiento de los caminos mediante el barrido de nieve para permitir la circulación de vehículos a rueda.

Consideración de las rutas desde las zonas de aterrizaje hasta la estación.

La posición del lugar de desembarco de cargas cuenta con conexión hacia las distintas edificaciones existentes y futuras mediante caminos creados para los vehículos. Además, de tener una ubicación cercana a la pista futura, el lugar de desembarco tiene una muy buena comunicación con todas las instalaciones de la base.

Se adjunta el informe "20230907 - Informe Desembarcadero BAP - V1".

Se agregan como anexo los siguientes gráficos:

Anexo Gráfico de infraestructura auxiliar

Anexo Caminos, Pistas y calles de rodaje

Anexo Red de distribución de agua y red cloacal

Anexo Red de distribución de combustible

Infraestructura auxiliar

Consideramos como infraestructura auxiliar aquellas estructuras que no son determinantes en su tamaño o importancia pero que tienen características particulares que hacen al funcionamiento de la base o son puntos característicos de la misma.

Consideramos como tales a las siguientes estructuras:

- *Estación Meteorológica automática:* estará ubicada sobre la costa norte del Cabo Welchness. Se instalará luego de la puesta en funcionamiento de la terminal de pasajeros, y servirá para efectuar los pronósticos meteorológicos en apoyo a las operaciones aéreas de la base.
- *Torre de control:* será la obra de infraestructura de mayor altura de la base. Integrará el edificio de la terminal de pasajeros. Tendrá una altura de 12 m y sobre su techo contará con una antena y una baliza de 5 m de altura.
- *Baliza Sky:* estará ubicada en la costa NE del Cabo Welchness, constituye una ayuda a la navegación.
- *Antena Satelital:* con un plato de un radio de 1,8 m, proporciona el enlace satelital (voz y datos) con el continente americano. Se encuentra en la actualidad en proximidades a la actual
- *Casa Habitación:* se prevé su cambio de lugar una vez que la nueva Casa Habitación se encuentre habilitada. Será ubicada en las proximidades de la cara norte del módulo Laboratorio.
- *Estaciones de bombeo:* serán empleadas para impulsar fluidos en las diferentes cañerías. Habrá estaciones de bombeo para combustible y en la red de agua. Estas estaciones estarán ubicadas en pequeñas estructuras para la protección de los equipos. Serán operadas en forma manual.
- *Punto de volcado de aguas tratadas:* estará ubicado sobre la costa sur del Cabo Welchness y será parte del sistema de tratamiento de aguas grises y negras. Consistirá en una pequeña casilla para la guarda de equipos para el mantenimiento de la cañería calefaccionada que volcará las aguas tratadas al Estrecho Antártico.
- *Caminos y red de agua, cloacal y de combustible:* ya detallados en el EMG Renovación Base Petrel (puntos 4.9.2 a 4.9.4).

Cañería de agua potable y de efluentes cloacales

La totalidad de las edificaciones propuestas contará con instalación sanitaria completa, tanto de provisión de agua potable como de recolección de efluentes cloacales, por lo tanto, ambos trazados de cañería irán en paralelo.

Se proyectan tres trazados principales de cañerías sanitarias, todas ubicadas por dentro de la planicie superior de la Base. La primera de las cañerías (orientación O-E) recorre por el norte de la línea de edificios que contiene a la Terminal de Pasajeros y al Hangar, Usina, entre otros, hasta el Módulo Técnico anexo a la Casa Principal con una extensión de 550 m. El segundo trazado (orientación N-S) comienza en el lado sur del Módulo Técnico y culmina en la Planta de Tratamiento Cloacal, mientras que el tercero (orientación O-E) comienza en el Hangar de MI-17 para también culminar en la Planta

de Tratamiento, realizando su recorrido por el lado sur de esta línea de edificaciones, con una extensión de cañería 165 m para el segundo y 175 m para el tercero respectivamente.

Por último, se cuenta con un tramo de cañería sanitaria secundario que une la Casa de Emergencia ubicada en la plataforma inferior, con el primer tramo de cañería mencionado anteriormente.

El trazado de cañería poseerá cambios de direcciones verticales acordes a la altimetría del terreno, usándose únicamente cambios de direcciones de 45° para obtener la menor pérdida de caudal y velocidad posible. Mientras que los cambios de dirección horizontales admitirán además de los de 45° antes mencionados, codos de 90°. Los conductos que transportarán agua potable serán debidamente presurizados, utilizando equipos de bombas presurizadoras de potencia según cálculo. Los conductos cloacales se proyectarán para trabajar a escurrimiento libre en algunos sectores, y presurizados en otros (a definir según el proyecto). Toda cañería que esté en contacto directo con el exterior será revestida y calefaccionada para evitar el congelamiento de los líquidos que transportan.

Cañería de combustible GOA

El trazado de provisión de combustible (orientación N-S) será el más extenso, de principio a fin, que se encontrará en la base. Este abarca casi 900 m de cañería fija y alrededor de 300 m de cañería flexible removible.

El tramo removible se extiende desde el final de la plataforma movable hasta tierra firme, y se utilizará únicamente cuando haya una embarcación atracada en el desembarcadero. El tramo fijo comienza en el sector de embarque y desembarco y recorre una extensión que llega hasta la ubicación de los tanques cisterna de almacenamiento de combustible, ubicados en la zona sur de la plataforma superior. Este mismo recorre a la par del camino principal, cuya orientación es la misma que la traza de GOA.

También la red cuenta con dos tramos secundarios, los cuales comienzan desde los tanques de almacenamiento y son los encargados de proveer de combustible a las Usinas Principal y Secundaria. El tramo que provee a la Usina Principal tiene una extensión de 350 m, recorre paralelamente al tramo principal, para luego cambiar de dirección y acoplarse con la línea de cañerías sanitarias que corre por el lado norte de los edificios antes de terminar en la Usina Principal. El tramo que termina en la Usina Secundaria nace del tramo que provee a la Principal mediante un ramal a 45°, y tiene una extensión de 100 m.

Tal y como ocurre con las cañerías sanitarias, los cambios verticales serán acorde a los cambios del terreno según altimetría, únicamente usando cambios de dirección de 45°. Al contrario que el sanitario, los cambios de dirección horizontal admitirán únicamente codos de 45° para aumentar la eficiencia de la bomba o bombas hidráulicas encargadas de la impulsión de fluido.

Las cañerías de todas las instalaciones antes mencionadas serán de material acorde a las condiciones meteorológicas que el continente blanco demanda.

Se anexa a este documento plano de croquis con infraestructura auxiliar "Anexo Croquis de Infraestructura Auxiliar- BAP".

Otras instalaciones auxiliares

Con respecto a otras instalaciones, todas ellas serán instaladas en la plataforma central del Cabo Welchness por razones de seguridad. Por otra parte, se está analizando la colocación de la estación meteorológica sobre la costa norte para evitar distorsiones ocasionadas por el viento y las temperaturas provenientes de las instalaciones.

No se prevén instalaciones de alturas superiores a la torre de control que tendrá 10 mts de altura.

Descripción de la instalación de sistemas de suministro y almacenamiento de combustible.

Información adicional sobre: volumen del combustible vertical (para justificar que la bandeja de contención antiderrames de 500m³ tiene volumen suficiente); colocación, soldadura y prueba de geomembrana para evitar fugas; gestión de la acumulación de nieve y agua en la bandeja antiderrames (incluyendo tratamiento de agua para eliminar contaminantes de hidrocarburos).

Se adjunta documento “Anexo Red de Abastecimiento y Distribución de Combustible”, con el detalle de la información solicitada.

Se adjunta documento “Anexo Informe Técnico Tanques Verticales”.

Bateas antiderrame

Los tanques verticales serán instalados en bateas antiderrame cavadas en el suelo de la base. La disposición y conformación de las bateas es similar a la de las lagunas a fabricar.

El primer paso es evaluar el tamaño de la batea en función a la capacidad de tanques. Las experiencias observadas apuntan a un metro y medio de profundidad máxima.

La experiencia del uso de los tanques verticales y su implementación con bateas antiderrames es tomada de la mina Veladero, ubicada en la provincia de San Juan, Argentina, mientras que la experiencia del uso de lagunas artificiales surge de la reparación integral de la laguna de la base Marambio.

Las bateas se cavarán en el suelo con las maquinarias disponibles. Luego se nivelará el piso y se procederá a impermeabilizarlas con la colocación de la geomembrana.



Figura 18: Vista de una batea de antiderrames con geotextil

Impermeabilización de toda la superficie

Existe una amplia variedad de geomembranas de distintos polímeros, como polietileno de alta densidad (HDPE), polietileno de baja densidad (LLDPE) o polipropileno flexible (FPP), e inclusive varios trabajos son multicapas de distintos materiales.

Las geomembranas de polietileno están específicamente diseñadas para trabajar en condiciones expuestas. Se fabrican con diferentes polímeros y bajo estrictas normas de calidad. Ofrecen una excelente resistencia química, mecánica y a los rayos U.V. Son ideales para la contención de líquidos, gases y sólidos. Además, brindan la posibilidad de ensayar la totalidad de las uniones soldadas y la integridad de la lámina in situ mediante rigurosos protocolos de calidad conforme a normas ASTM D.

Según la experiencia transmitida por las empresas consultadas, se sugiere colocar el rollo de geomembrana sobre un terraplén, y con la ayuda de una máquina o tres operarios, tomar uno de los extremos e ir estirando el material desde uno de los terraplenes, atravesando el lecho hasta volver a subir por el terraplén opuesto.

Se colocará la geomembrana en toda la superficie de la batea o laguna, buscando la distribución óptima de los paños para tener la menor cantidad de soldaduras. Por último, en la parte superior de

cada talud, se deben colocar los anclajes para fijar el material geotextil y evitar su desplazamiento por acción de los fuertes vientos propios de la Antártida.

Luego de un estudio de factibilidad donde se evaluaron los distintos materiales, los resultados de la Tabla 6 - Columna SDH 250 (p 18) muestran que el LLPDE es el más adecuado por sus características técnicas, a su vez se cuenta con la experiencia brindada por el área técnica de la Mina VELADERO ubicada en la alta montaña de la Provincia de SAN JUAN, la cual tiene condiciones ambientales y climáticas similares a las de la Antártida.

Tabla 6: Columna SDH 250 (p 18)

MacLine®SDH		075	100	150	200	250
Propiedades Físicas		Método de Ensayo				
Espesor promedio (mm)	ASTM D5199	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50
Densidad (g/cm3)	ASTM D792	< 0,939				
Cantidad de negro de humo (%)	ASTM D4218	2,0 - 3,0				
Dispersión de Negro de humo	ASTM D5596	Categoría 1 - 2				
Propiedades Mecánicas						
Resistencia a tracción en la rotura (kN/m)	ASTM D6693	20	27	40	53	66
Elongación a la rotura (%)	Tipo IV	800				
Resistencia al rasgado (N)	ASTM D1004	70	100	150	200	250
Resistencia al punzonado (N)	ASTM D4833	190	250	370	500	620
Punto rotura (%)	ASTM D5617	30				
Tiempo de inducción oxidativa (min)	ASTM D3895	100				
Dimensiones						
Largo rollo (m)		120	100	100	100	100
Ancho (m)		7,01	7,01	7,01	7,01	7,01
Área (m2)		841,2	701	701	701	701

Uniones de la geomembrana

Las geomembranas para este tipo de proyecto se deben unir mediante soldaduras por sopladores de aire caliente o realizadas por cuña caliente mediante los cuales se calienta el material, y por medio de presión con rodillos se genera la fusión de las caras de contacto de los paños.



Figura 19: soplador de aire caliente (izq) - cuña (der)

Para los detalles de soldadura particulares, como arreglos, parches y la colocación de paños que no puedan realizarse por medio de los equipos mencionados anteriormente, se deberá utilizar una

extrusora, mediante la cual se utiliza el material de aporte del mismo tipo que la geomembrana en formato varillas de soldadura.



Figura 20: soldadura por extrusión (izq) - rollo de material de aporte (der).

Drenaje

En las lagunas se puede construir un drenaje de material para evitar que las lagunas rebalsen y eso pueda afectar la fijación de la membrana de geotextil. Las bateas antiderrame, por su parte, no tienen drenaje.

Finalización

En el caso de las bateas antiderrame, como se ve en las imágenes, se rellena el suelo con material del suelo a los efectos de proteger la membrana. También puede hacerse un acceso (escalera o rampa), para el acceso de las personas o maquinarias que puedan retirar la nieve que se acumule en su interior.

Explotación de canteras

Ver 2.2 explotación de canteras

D) Etapa III Prestación de servicios a propios

El objetivo de esta etapa es la de dar inicio al empleo de la base como centro científico y como terminal de transferencia de pasajeros y cargas del Programa Antártico Argentino.

Las principales actividades a desarrollar durante esta etapa serán:

- Construcción y puesta en funcionamiento de los laboratorios científicos.
- Finalizar la construcción de la nueva Casa Habitación.
- Construcción de la Terminal de pasajeros y torre de control, la nueva usina y la planta de tratamiento de líquidos cloacales.
- Puesta en servicio de la pista de aterrizaje principal en forma provisoria para aterrizaje de aeronaves C-130 y construcción de los servicios asociados a la pista de aterrizaje.

E) Etapa IV Prestación de servicios a terceros

El objetivo de esta etapa es la de lograr la capacidad de emplear la base como terminal de transferencia de pasajeros y cargas a otros programas antárticos con las capacidades remanentes de la base.

Las principales actividades a desarrollar durante esta etapa serán:

- Construcción de depósitos destinados a materiales en tránsito para terceros.
- Operación de helicópteros/Twin Otter en forma permanente.
- Finalización de la construcción y puesta en servicio de la Torre de Control.
- Puesta en servicio de pista de aterrizaje principal para aterrizajes de C-130 con los servicios asociados a la misma.
- Finalización de construcción de edificios y optimización de servicios.

F) Etapa V Consolidación

Esta etapa estará orientada a mantener el funcionamiento pleno de la base. Sus actividades comprenden la optimización y mejoramiento de los sistemas de la base.

El inicio de esta etapa marcará la finalización de la recuperación y modernización de la base, dando paso a los planes de mantenimiento y mejoramiento de la base Petrel.

El empleo pleno de la base tendrá como resultado la posibilidad de obtener experiencias que resalten necesidades de mejoramiento tanto de la infraestructura como de los servicios de la base y de aquellos que presta. El registro de las actividades y la obtención de estadísticas en los años previos proporcionarán información de valor.

Esta etapa permitirá entonces iniciar nuevos estudios y desarrollos de proyectos que faciliten la optimización de su funcionamiento con base en los datos obtenidos.

A partir de esta etapa el personal científico y logístico, y las cargas del Programa Antártico Argentino pasarán por base Petrel para su posterior distribución a otras bases y /o campamentos.

2.2.6.3 Secuencia de la deconstrucción de los edificios y estructuras a remover

Tabla 7: Secuencia de la deconstrucción de los edificios y estructuras a remover

N°	Edificio	Oportunidad	Observaciones
	Plataforma de la ex casa Principal (incendiada)	Etapa I	Como parte de remoción de estructuras antiguas sin uso actual
	Cisternas	Etapa I y II	
	Campo de antenas	Etapa I y II	
	Cámara frigorífica	Etapa II y III	Luego de la instalación de Frigoríficas
	Usina auxiliar	Etapa II y III	Luego de la construcción de la nueva Usina Principal
	Casa de emergencia	Etapa III y IV	Finalizada la construcción de la Casa Principal
	Galpón II – Depósito	Etapa II y III	Antes de iniciar con la terminal de pasajeros
	Casa Principal actual	Etapa III y IV	Al inicio de la construcción de la Casa de emergencia

2.2.6.4 Clasificación, embalaje, acopio de retiro del continente antártico

Los elementos que componen la estructura de cada edificio serán clasificados a medida que se avance con la remoción de cada uno de ellos. La secuencia por efectuar será la siguiente:

- Evaluación de la etapa del método de construcción.
- Determinación de los grupos de residuos que se producirán
- Evaluación de posibilidades de reutilización de materiales.
- Previsión de embalajes para el almacenamiento de los residuos.
- Previsión de condiciones para la realización de la tarea (Ver 4.6.1 Método de deconstrucción)
- Ejecución de las tareas.
- Embalaje de residuos.
- Transporte y estiba en sectores asignados
- Embarco de los residuos en los buques empleados por el Programa Antártico Argentino.

Todo el proceso será visado y certificado por el encargado ambiental de la Base.

2.2.6.5 Construcción de nuevas instalaciones

La construcción de las nuevas instalaciones de la base Petrel se realizará en forma secuencial a partir de la aprobación del proyecto de la Evaluación Ambiental Integral, normada en las directrices para la evaluación del impacto ambiental en la Antártida (Resolución 1 (2016)). La aprobación de la Evaluación ambiental Integral, permitirá avanzar el proyecto a partir de la Etapa II. (Debe tenerse en cuenta que el proyecto de remodelación de la base Petrel, prevé hasta la etapa I, el mejoramiento de las instalaciones y su saneamiento ambiental).

A partir de la Etapa II del Proyecto es dónde se inician las construcciones de las nuevas instalaciones. Se tendrá en cuenta que, reemplazada una antigua construcción por una nueva, la antigua debe ser desarmada. La lógica empleada para el desarrollo de las nuevas instalaciones de la base es la siguiente:

- Recuperar la base para que funciones durante todo el año (base permanente).
- Aumento de la capacidad de alojamiento (construcción de la nueva casa) y aumento de la capacidad de los servicios asociados (energía, agua, cloaca, combustible).
- Desarrollo de la capacidad científica de la base (construcción y funcionamiento de los laboratorios).
- Completar la capacidad de los servicios de la base para su funcionamiento y desarrollo de capacidades de reserva (casa de emergencia, lagunas, usina auxiliar).
- Desarrollo de las capacidades de aeroportuarias.

Asimismo, debe considerarse que cada una de las etapas del desarrollo del proyecto (Etapas II a IV) tienen como mínimo un año de ejecución, tiempo que podrá extenderse de acuerdo a dificultades (meteorológicas, logísticas y constructivas) que puedan plantearse durante los trabajos planificados. El cronograma previsto para las nuevas instalaciones (y servicios) se encuentra desarrollado en el Anexo 1- cronograma de actividades.

2.2.7 Logística necesaria para el proyecto

El desarrollo de la base Petrel constituye el mayor desafío de los últimos 50 años para el Programa antártico argentino, por cuanto la última base construida por nuestro país data del año 1969. En este caso, se plantea la necesidad del desarmado de casi la totalidad de las instalaciones de la base antártica Petrel, y su reemplazo por otras que suplan a las anteriores y proporcionen nuevas capacidades.

En este sentido se han identificado las siguientes actividades generales a planificar y realizar en Petrel:

- a) Operación de base antártica Petrel en forma permanente, lo que facilitará la ejecución de las tareas de desarmado y armado de las instalaciones.
- b) Preparación, transporte y desembarco de cargas en base Petrel, que servirán para la construcción de las nuevas instalaciones y la operación de la base.
- c) Desarmado progresivo de las instalaciones a remover, que implica además la preparación y estiva de los materiales a replegar.
- d) Armado progresivo de las nuevas instalaciones, lo que implica trabajos de suelo y generación de residuos a preparar y estibar para su repliegue.
- e) Repliegue de residuos históricos y generados en la base por su funcionamiento y por las tareas de construcción y desarmado de instalaciones.

Estas tareas generales, que se ven reflejadas en las etapas y cronograma de desarrollo, deberán enmarcarse en las directrices para la evaluación del impacto ambiental en la Antártida (Resolución 1 (2016)). Todas las actividades fueron evaluadas desde el punto de vista ambiental, riesgo (ocurrencia y tiempos de evacuación) y posibilidades de cumplir las tareas en tiempo y oportunidad, dando como resultado la siguiente matriz:

Tabla 8: criterios de evaluación de instalaciones

N°	Conceptos					Valor asignado
	Medio ambiente	Desarrollo act(s) logísticas	Riesgo	Desarrollo act(s) ciencia	Cantidad de personal	
1	Mínimas	ideal	Mínimo riesgo	ideal	Suficiente	4
2	Previsiones contingencias	Suficiente	Bajo riesgo	Suficiente	Exacto	3
3	Plan de contingencias	Regular	Riesgo medio	Regular	Limitado	2

4	Alistamiento de medidas de contingencia	limitado	Elevado riesgo	limitado	Indispensable	1
5	Sin injerencia	Sin injerencia	Sin Injerencia	Sin injerencia	Sin injerencia	0
6	Probable (-50% de ocurrencia)	Insuficiente	Probable y escaso T(-50% de ocurrencia)	Insuficiente	Menor a lo necesario	-1
7	Posible (+50% ocurrencia)	Riesgoso	Posible y muy escaso T (+50% ocurrencia)	Nulo	Nulo	-2

2.2.7.1 Operación de la base antártica Petrel en forma permanente

Como ya se indicó anteriormente, y se notificó ante la RCTA, en la actualidad, Petrel funciona como base permanente del Programa Antártico Argentino. Su funcionamiento como permanente implicó la evaluación de los siguientes tópicos en función al futuro desarrollo de la base:

Conveniencia que la base sea operada durante todo el año o solo durante el verano a la luz de las tareas de reconversión:

Tabla 9: análisis de la conveniencia del cambio de uso de la Base

N°	Actividad	Operación Permanente (invierno)	Operación en Verano
1	Previsiones medioambientales	3	3
2	Tareas logísticas a realizar (Mantenimiento, remoción de instalaciones, residuos históricos)	4	1
3	Riesgo de accidentes / aero- evacuaciones	1	2
4	Desarrollo de actividades científicas	3	2
5	Cantidad de personal necesario	3	3
	TOTAL	14	11

Se analizaron las variables de la tabla 9 a la luz de las tareas tendientes a la recuperación de la base en el menor tiempo posible y se verificó que era conveniente activarla en forma permanente. Se considera que las condiciones medioambientales, las medidas de mitigación y los planes de contingencia, se pueden llevar adelante en ambos casos en forma adecuada. Sólo pueden ser afectadas estas medidas y previsiones por la cantidad de personal a destacar en la base.

Con respecto a las tareas logísticas, si bien requiere un esfuerzo logístico de despliegue mayor en la invernada que durante el período de verano, por la cantidad de tiempo que se dispondrá en la base, se considera como más adecuado la invernada. Con respecto al nivel de riesgo durante la invernada, un factor considerado y que no figura en la tabla, es la posibilidad de evacuación médica desde base. La proximidad con base Marambio asegura una aero- evacuación oportuna

Las actividades científicas podrán ser mayores durante la internada por cuanto hay más posibilidades de realizar estudios durante el invierno antártico, mediante el envío de personal científico durante ese período. La proximidad con base Marambio facilita el traslado del personal. Asimismo, considerando los estudios a realizar para el desarrollo de la base, la posibilidad de realizarlos durante el invierno y obtener datos durante este período será provechoso. Finalmente, el personal necesario será siempre el exacto a las tareas a realizar por cuanto la habitabilidad de la base es limitada, tanto en verano como en invierno.

Preparación, transporte y desembarco de cargas en base Petrel

La remodelación de la base antártica Petrel implica un gran cúmulo de cargas a transportar a la Antártida. Las mismas estarán escalonadas en el tiempo, de acuerdo con las etapas de desarrollo de la base.

La preparación de las cargas requerirá un estudio detallado en los cuales intervendrán los siguientes factores:

- Etapa y cronograma de desarrollo. De acuerdo con el avance del proyecto de desarrollo, se determinarán las tareas a desarrollar cada año.
- Instalaciones por construir o en construcción. Se evaluará las obras a iniciar o continuar determinando los volúmenes a transportar.
- Cargas complementarias para el desarrollo de la base. Se determinarán aquellos materiales necesarios de detalle para la finalización de obras por etapas. Se prevé que habrá efectos (materiales y equipos menores para completar obras ya finalizadas o en desarrollo).
- Cargas generales para la operación de la base. Serán las cargas (combustible, cargas frigorizadas y otras) necesarias para el funcionamiento anual de la Base.
- Oportunidad de embarque y desembarque de cargas. Es de destacar que el transporte de cargas a base Petrel, se realizará durante el desarrollo de las actividades regulares que realiza el Programa Antártico Argentino durante el verano antártico (relevo de dotaciones, traslado de científicos y reabastecimiento de las bases argentinas). Implicará una coordinación de actividades y una adecuada sincronización de efectos.

Medios empleados: En general las cargas serán transportadas por modo naval. Para ello se emplearán hasta 4 buques en apoyo al transporte de cargas. Sin embargo, las cargas deberán ser preparadas para:

- Poder ser manipuladas en las bodegas de los buques (capacidad y característica de las bodegas y capacidad de grúas)
- Traspaso de cargas entre los diferentes buques. De acuerdo con los lugares y métodos empleados para ello (en puerto, muelle desmontable, buques amadrinados, etc.)
- Traspaso y transporte de cargas en embarcaciones de menor porte (Pontones, botes, lanchas de desembarco)

- Embarcaciones menores empleadas. En la programación de las actividades se deberá prever las embarcaciones menores que se emplearán para la descarga de los diferentes bultos y las oportunidades en que se lo hará. Se tendrá en cuenta el tipo de embarcaciones menores con que contará cada buque.
- Zonas de desembarco de cargas. La base cuenta con dos zonas definidas para el desembarco de cargas, las cuales son un sector en la costa norte, sobre la rada Petrel en una zona próxima a la morena del Glaciar Rosamaría y en el sector central de la costa sur sobre el estrecho Antarctic. Eventualmente, se preparará un muelle provisorio desarmable en oportunidad de efectuar descarga de materiales con el pontón.
- Medios terrestres empleados para la descarga en las playas de desembarco. En general se emplearán manipuladores. Se tendrá en cuenta la capacidad del brazo de los manipuladores y la posición que adopta en la costa para la descarga.
- Zonas de estiba y almacenamiento. De acuerdo a las características de las cargas, podrán ser estivadas en sectores al aire libre designados a tal efecto. Otras, podrán ser estivadas dentro del hangar principal de la base. En este último caso, se considerará el volumen y peso de los bultos en referencia con los espacios disponibles dentro del hangar y la maquinaria para su manipulación.
- Transporte por medios aéreos. Serán empleado para cargar de menor volumen y peso. También podrán ser empleados para la descarga desde el Buque rompehielos hasta la base Petrel.

2.2.7.2 Sistema de transporte y descarga

Estará compuesto por los siguientes elementos:

Tabla 10: elementos logísticos para la renovación de la Base Petrel

MEDIOS	ELEMENTOS	EMPLEADOS PARA:
Buques	Rompehielos	El transporte de cargas desde la ciudad de Buenos Aires hacia proximidades de la base Petrel. El transporte de cargas y residuos desde la base Petrel hacia la ciudad de Buenos Aires.
	Transporte	
	2 Avisos polares	
Embarcaciones menores	2 Lanchas de desembarco	El transporte de cargas en las proximidades de base Petrel hasta la costa de la base El transporte de cargas y residuos desde la costa de la base de base hasta el buque
	6 Botes neumáticos	
	1 Pontón	
Medios terrestres	Manipulador	El traslado de las cargas y residuos desde la costa hasta su lugar de estiba y almacenamiento y viceversa
	2 Camiones	
Aeronaves	C- 130	Transporte de cargas de poco volumen desde el continente americano hasta base Marambio

	Helicóptero	Traslado de cargas desde base Marambio a otros buques. La descarga en proximidades de base Petrel, desde el Rompehielos a la base
--	--------------------	--

Los buques, aeronaves y embarcaciones menores son los que regularmente emplea el Programa Antártico Argentino para realizar sus tareas de despliegue de científicos, relevos de dotaciones y reabastecimiento de bases.

Zonas de desembarco y embarco de cargas

Considerando que el cabo Wellchness consiste en un área triangular que abarca unos 2,5 km². La cara oriental de este triángulo limita con la cresta de la morena lateral del glaciar denominado "Rosamaría". Los otros dos lados de esta zona triangular limitan con espejos de agua. El lado Norte o Costa Norte limita con la Rada Petrel y el lado Sur o Costa Sur con el Estrecho Antártico.

La mayor parte del cabo Welchness presenta una superficie plana de unos pocos metros de desnivel, especialmente en sus dos bordes externos que limitan con el mar y están erosionados por pequeños chorrillos. Ambas costas, de unos 1500 mts de extensión cada una, presentan las mismas características. Ambas costas, al igual que toda el área de la plataforma inferior del Cabo Welchness, están compuestas por sedimentos fluvio-glaciales formados por gravas de grano fino, con clastos mayormente angulosos. El resto de la grava está formado por fango y arena. El lecho marino adyacente a las costas tiene la misma composición, junto a rocas sedimentarias compactas y competentes a la erosión, las cuales están bien estratificadas en bancos delgados (0,2-0,8 m) presentando un suave declive a medida que nos alejamos de la costa.

2.2.7.3 Selección de las zonas de desembarco y embarco

Las características de las costas señaladas anteriormente indican que ambas, en su longitud total sean favorables al acceso con embarcaciones menores. Por tal motivo la selección de las zonas de desembarco de cargas fue hecha teniendo en cuenta los siguientes factores:

- Proximidad a zonas de estiba, que reduce los tiempos de transporte terrestre desde la costa hasta el lugar de estiba.
- Facilidad de acceso a la costa, debido a que la plataforma inferior del Cabo Welchness tiene zonas donde los chorrillos producen zonas anegadizas.
- Zonas ya impactadas por el tránsito de vehículos en años anteriores, debido al funcionamiento de la base desde el año 1951.
- Acumulación de hielo marino en las costas, debido a que la circulación de escombros y cintas de hielo es normal en el Estrecho Antártico y Rada Petrel.

Tabla 11 selección de las zonas de desembarco y embarco

N°	Conceptos				
	Prox a zonas	Facilidad de	Zonas ya	Acumulación de	Valor

	de estiba	acceso a la costa	impactadas	hielo	asignado
1	Cerca	Buena	Con impacto	Nunca	2
2	Próximo	Regular	Poco impacto	Por periodos	1
3	Lejos	Mala	Sin impacto	Siempre	0

En la evaluación, se seleccionaron 2 sectores en cada una de las costas.

Tabla 12: selección de 2 sectores en cada una de las costas

Nº	Actividad	N1	N2	S1	S2
1	Proximidad a zonas de estiba	3	1	2	1
2	Facilidad de acceso a la costa	3	1	0	2
3	Zonas ya impactadas	3	1	1	1
4	Acumulación de hielo	2	2	2	2
	TOTAL	11	5	5	6

De la evaluación se optó por la zona N1 como zona de descarga prioritaria para el modo naval y la S2 como zona alternativa para los casos que la N1 se encuentre con hielo. Asimismo, en estas dos zonas se estableció un lugar de desembarco de cargas, otro para la instalación temporario de un muelle de circunstancia removible y un lugar de estiba de residuos históricos listos para su repliegue.

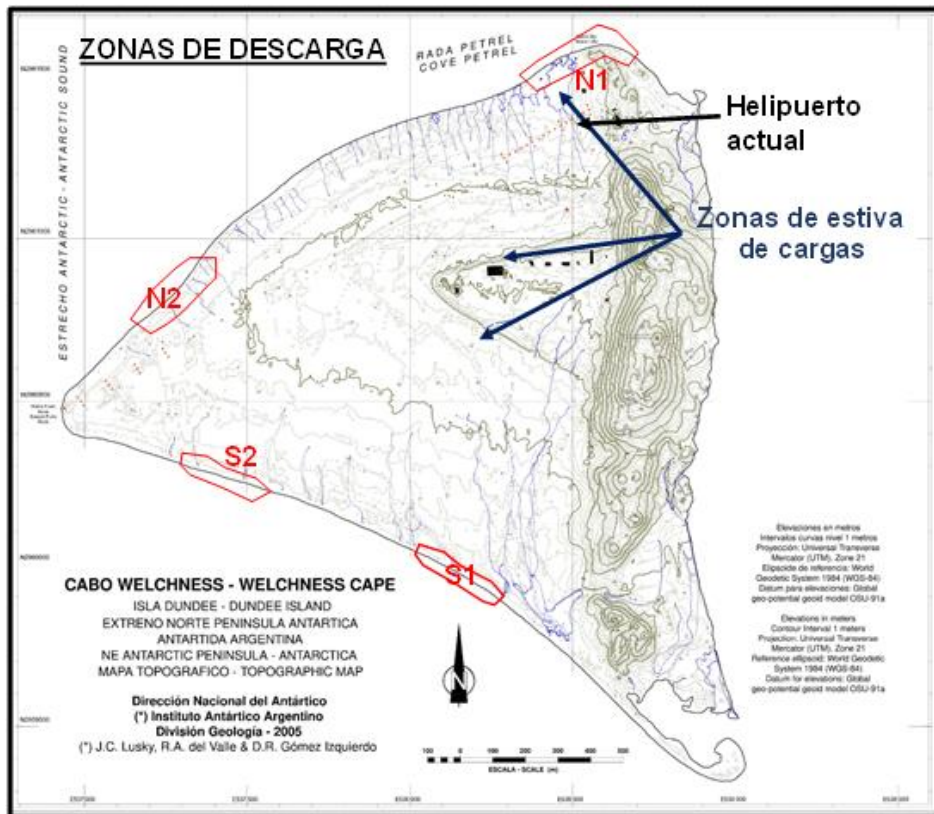


Figura 21: zonas de descarga

Nota: Asimismo, en estas dos zonas se estableció un lugar de desembarco de cargas, otro para la instalación temporal de un muelle de circunstancia removible y un lugar de estiba de residuos históricos listos para su repliegue.

2.3 La nueva Base y la investigación científica

La renovación de la Base Petrel tiene como objetivo fundamental potenciar el Programa Antártico Argentino para el desarrollo de las tareas científicas en el Continente Antártico. Argentina posee una larga tradición científica en Antártida dado que el Instituto Antártico Argentino es el primer Instituto científico en el mundo creado exclusivamente para desarrollar investigación científica y tecnológica en la Antártida.

El IAA tiene una dotación propia de más de 100 investigadores, técnicos y administrativos, los cuales desarrollan sus tareas distribuidas en las áreas de Ciencias de la Vida, Ciencias de la Tierra, Ciencias Sociales, Ciencias Físicoquímicas y Estudios Ambientales y Coordinación Científica. El 60 % son investigadores graduados en diversas disciplinas. El 70% de las actividades se realizan en cooperación con investigadores de universidades y organismos de ciencia y tecnología del ámbito nacional, y un 60% incorpora algún componente de cooperación científica internacional, en asociación con Programas Antárticos nacionales de otras Partes en el Tratado Antártico, así como universidades y centros de investigación de más de 20 países.

La ciencia es la actividad humana más importante en la Antártida, dado que es la que permite cumplir con los objetivos del Tratado Antártico y en especial con los objetivos de conservación planteados en el Protocolo de Madrid. Argentina se ha planteado el objetivo de potenciar el

programa científico en la Antártida como eje de su política antártica que tiene como principios fortalecer el Sistema del Tratado Antártico.

Los ejes de trabajo planteados para lograr una mejora en el programa científico antártico por parte de Argentina fueron, por un lado, lograr que todas las bases argentinas cuenten con laboratorios y equipamiento de calidad para hacer ciencia y mejorar los que ya existen. Por otro lado, lograr el desarrollo de programas de investigación en sus 13 bases permitirá a Argentina un alcance geográfico para desarrollar proyectos científicos que pueden investigar sobre las principales problemáticas que presenta el continente hoy.

Otro de los ejes de trabajo es el reacondicionamiento de la Base Petrel, lo que le permitirá beneficiarse de su privilegiada ubicación geográfica para alcanzar una mejora significativa en la logística antártica en términos de costos y eficiencia. De esta manera lograr la renovación de la Base Petrel es un aspecto significativo para que Argentina mejore su actividad científica en el Continente y pueda colaborar con el cumplimiento y los objetivos del Sistema del Tratado Antártico, dado que para lograr una mejor ciencia es indispensable mejores laboratorios y recursos logísticos.

2.3.1 Contribución a los objetivos del Tratado Antártico y del Protocolo

Las actividades científico-tecnológicas que desarrolla el IAA abarcan un amplio espectro de disciplinas científicas, muchas de ellas consideradas con carácter prioritario. Se destacan así entre ellas, las líneas de investigación que estudian las conexiones entre la Antártida y el territorio Sudamericano argentino, cuyo objetivo es develar las íntimas relaciones biogeográficas entre ambas regiones, tanto actuales como las del pasado geológico.

El estudio de los efectos del cambio climático también posee una muy alta prioridad, en tanto su estudio permite estimar cambios en diferentes parámetros físico-químicos, su impacto sobre la biota marina y terrestre, y la respuesta de las especies antárticas a esos cambios. El monitoreo de la evolución del retroceso de los glaciares en el contexto del cambio climático también es uno de los ejes de la investigación actual.

Asimismo, y por resultar crucial la conservación de los recursos vivos de los mares australes, se prioriza el monitoreo permanente de especies clave para identificar y mitigar los impactos de origen humano, asociados principalmente a las pesquerías, y distinguirlos de aquellos que provienen de fuentes naturales, lo cual resulta fundamental para diseñar y promover medidas de conservación en el ámbito del Sistema del Tratado Antártico.

Por su parte, las investigaciones en la alta atmósfera, especialmente aquellas vinculadas al estudio del adelgazamiento de la capa de ozono, el cual puede generar efectos adversos tanto sobre la biodiversidad terrestre y marina como sobre la salud humana, no sólo en la Antártida, sino también en regiones patagónicas se realizan desde hace décadas por parte de nuestro país y en cooperación con otros Programas Nacionales, habiendo contribuido en gran medida al conocimiento y seguimiento de las tendencias en este sentido. Otras investigaciones en la alta atmósfera están relacionadas con el estudio del clima espacial, que permiten actualmente

detectar perturbaciones y predecir fenómenos solares, lo cuales pueden generar problemas en los sistemas de comunicaciones terrestres y en los sistemas de posicionamiento global (GPS).

Por su parte, la red sismológica con asiento en los laboratorios multidisciplinarios instalados en bases antárticas argentinas contribuye a redes internacionales de detección y seguimiento de eventos sísmicos. Con un amplio desarrollo y excelentes resultados, el Instituto Antártico Argentino lleva adelante líneas de investigación microbiológica apuntadas a identificar posibles aplicaciones biotecnológicas derivadas del estudio de organismos antárticos, como por ejemplo la biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos a partir de microorganismos autóctonos.

La contaminación por plásticos y microplásticos es una de las últimas incorporaciones a las líneas prioritarias de investigación. Esto responde a dar respuesta a una problemática que hoy es de preocupación nacional e internacional y que ha sido debidamente incorporada a las necesidades de investigación en diferentes foros del Tratado Antártico, como el CPA y en el SCAR. Las líneas de estudio en Ciencias Sociales poseen un potencial muy interesante para un país con una historia de más de un siglo de actividades en el continente antártico. Estos estudios constituyen una herramienta clave para mirar hacia adelante y planificar el futuro.

De lo expresado hasta aquí, surge la profunda relación entre las líneas de investigación fomentados por el Programa Antártico Argentino y aquellas que surgen del Comité Científico de Investigaciones Antárticas (SCAR), así como de cuestiones sobre las cuales asesora el Consejo de Administradores de Programas Nacionales Antárticos (COMNAP), como las energías renovables. Asimismo, es importante destacar el trabajo de fomento que realiza el Programa Antártico Argentino para impulsar, financiar y ejecutar líneas de investigación que permitan contribuir responder a las necesidades de investigación identificadas por el Comité de Protección Ambiental del Tratado Antártico en su Plan de Trabajo Quinquenal y en el Plan de Respuesta al Cambio Climático. Contribuir a la toma de decisiones y a la elaboración de herramientas de gestión para la conservación del continente antártico resulta central y parte de una política de largo plazo de nuestro país en la Antártida

La contribución con información científica al Comité Científico de la Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos también merece mención especial en tanto nuestro país integra la red de sitios CEMP desde hace décadas, proveyendo información científica de alta necesidad y calidad para la toma de decisiones.

2.3.2 Contribución a la ciencia del Programa Antártico Argentino

El nuevo Laboratorio Antártico Multidisciplinario que se proyectan construir en la Base Petrel permitirán ampliar las capacidades de infraestructura de la red de Laboratorios que el Programa Antártico Argentino, a través del organismo rector de la actividad científica en nuestro país, el Instituto Antártico Argentino posee en las diferentes bases antárticas.

Como se ha indicado en la sección 1.2 (necesidad y justificación de la remodelación), tanto este laboratorio como las capacidades logísticas ampliadas para alcanzar nuevos lugares del continente

antártico ampliará el horizonte de las investigaciones multidisciplinarias y de la cooperación internacional que pueda sostener nuestro país.

El trabajo científico por desarrollar en estos laboratorios tendrá un enfoque interdisciplinario e interinstitucional, con grupos de trabajo conformados por investigadores en ciencias naturales y sociales del Instituto Antártico Argentino y de instituciones integrantes del Consejo Interinstitucional de Ciencia y Técnica (CICYT), como así también, con organismos internacionales de ciencia, bajo la coordinación de la Dirección Nacional del Antártico y el Instituto Antártico Argentino.

Las actividades de investigación que se desarrollen en los nuevos laboratorios o que podrán realizarse en otras locaciones antárticas gracias a las capacidades de apoyo logístico ampliadas de la base Petrel, contribuirán al desarrollo de las líneas prioritarias de investigación mencionadas arriba y que se desarrollan bajo la conducción y coordinación del Instituto Antártico Argentino

El alcance general de los Laboratorios Antárticos Multidisciplinarios (LAM) será contribuir a la formación de recursos humanos, de la generación de conocimientos básicos y aplicados y de aquellos que aporten información científica para la toma de decisiones sobre políticas. Contar con un nuevo LAM con características similares al existente en Base Carlini, del otro lado de la Península Antártica, permitirá comparar el comportamiento de los ecosistemas marinos y terrestres en ambas zonas y ampliar el conocimiento de su respuesta al cambio climático. Entre las actividades científicas que se podrán realizar en los alrededores de la Base como en islas cercanas, podemos mencionar:

- Estudios de Biorremediación de suelos contaminados con gasoil
- Monitoreo y bases de datos de las características hidrográficas y dinámica del fitoplancton en zonas cercana a la Base.
- Investigaciones sobre peces Notothenioidei.
- Distribución profunda de macroalgas antárticas en un escenario de cambio global.
- Balance de masa y dinámica de glaciares;
- Cría, alimentación ecológica y dispersión invernal de pingüinos Pygoscelidos.
- Dinámica poblacional de mamíferos marinos en tierra.
- Biodiversidad y ecología de componentes planctónicos en lagos y de algas terrestres y de agua dulce.
- Contaminantes orgánicos persistentes.
- Ecología microbiana y ecofisiología y ecotoxicología de organismos antárticos.
- Efectos del calentamiento global sobre aves y otras especies de la cadena trófica antártica.
- Monitoreo de contaminación por micropásticos en fauna, suelo, agua y aire.

- Estudios sobre la geología y paleontología del sector, como así también contar con una nueva estación para estudios geodésicos, geofísicos, y sismológicos.

Hoy la Antártida es considerada uno de los más relevantes laboratorios naturales del mundo, y junto con los Océanos Australes tienen un papel fundamental en la regulación de procesos como el clima y la absorción de dióxido de carbono. La investigación en estas regiones es crucial para comprender fenómenos de importancia nacional, continental y global. Además, están ocurriendo cambios rápidos en vastas zonas, que hará necesario contar con las capacidades para alcanzar un nuevo nivel de actividades en las próximas décadas.

3 ENFOQUE DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Dado que las actividades planificadas en esta propuesta van a realizarse en el Área del Tratado Antártico, el Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente (el Protocolo) establece en su Artículo 3 una serie de principios medioambientales que pueden ser considerados como una guía para lograr la protección de la Antártida y de sus ecosistemas dependientes y asociados. El mencionado artículo, establece que "la protección del medio ambiente antártico y los ecosistemas dependientes y asociados, así como del valor intrínseco de la Antártica, incluidos sus valores de vida silvestre y estéticos y su valor como área para la realización de investigaciones científicas, en especial aquellas investigaciones esenciales para la comprensión del medioambiente global, serán consideraciones fundamentales para la planificación y realización de todas las actividades en el área del Tratado Antártico".

Para dar efecto al principio general mencionado, el Artículo 3.2 (c) demanda que "las actividades en el área del Tratado Antártico deberán ser planificadas y realizadas sobre la base de una información suficiente, que permita evaluaciones previas y un juicio razonado sobre su posible impacto en el medio ambiente antártico y en sus ecosistemas dependientes y asociados, así como sobre el valor de la Antártida para la realización de investigaciones científicas".

Por otro lado, el Artículo 8 del Protocolo introduce el término *Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)*, y establece tres categorías de impactos al medioambiente: *impacto menor que mínimo o transitorio, impacto no mayor que mínimo o transitorio e impacto mayor que mínimo o transitorio, de acuerdo con su relevancia*. El mismo artículo menciona que "*Cada Parte asegurará que los procedimientos de evaluación establecidos en el Anexo I se apliquen a los procesos de planificación que conduzcan a tomar decisiones sobre cualquier actividad emprendida en el área del Tratado Antártico*" Por este motivo en el Anexo I del Protocolo establece en su Artículo 1.1 que "*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*" y además en su Artículo 1.2 se establece que solo "Si se determina que una actividad provocará menos que un impacto mínimo o transitorio, dicha actividad podrá iniciarse sin dilación."

El Proyecto de Renovación de la Base Petrel ha sido analizado y se ha determinado que corresponde al caso de una actividad que tendrá "*un impacto mayor que mínimo o transitorio.*" Esta conclusión, se puede obtener preliminarmente dado los impactos y alcance de las acciones a realizar y en esas ocasiones corresponde que estén precedidas por una *Evaluación Medioambiental Global (EMG)*. En los siguientes apartados desarrollaremos el procedimiento necesario según se establece en la normativa del Tratado Antártico para estos casos.

3.1 Procedimiento de Evaluación Ambiental para el proyecto de Base Petrel

De conformidad con lo previsto en el art. 8 del Protocolo de Madrid y el artículo 3 del Anexo I al referido Protocolo la actividad propuesta, tendrá un impacto más que mínimo o transitorio, por lo cual, es pasible de un procedimiento técnico administrativo de Evaluación Medioambiental Global (EMG). En este sentido, se señala que para poder realizar dicha evaluación es necesario

cumplimentar con todos los requerimientos de tipo ambiental establecidos en la “Resolución 1 (2016) - Lineamientos para la Evaluación de Impacto Ambiental en la Antártida”, aprobado por la Reunión Consultiva del Tratado Antártico (RCTA).

Un aspecto de importancia a tener en cuenta, es que las actividades que conforman el proyecto no pueden ser divididas para su análisis, sino que deben ser planificadas y evaluadas de una manera conjunta e integral, conforme lo establece la Resolución 1 (2016) de la RCTA en 3.1.1: “Definición de la Actividad”: “...adoptar un enfoque integral en la definición del alcance de la actividad; Se debe realizar un minucioso examen para determinar el alcance de la actividad en su totalidad, de modo que los impactos puedan ser evaluados en la forma adecuada. Esto es necesario a los fines de evitar la preparación de EIA parciales para acciones que indiquen un impacto aparentemente bajo cuando, en realidad, al considerarse en su conjunto, la actividad puede producir impactos de mucha mayor relevancia. Por ejemplo, una propuesta para la construcción de una nueva estación debería, además, analizar en profundidad la logística asociada, la principal infraestructura científica, y las instalaciones auxiliares tras el edificio principal de la estación (por ejemplo, caminos, helipuertos o pistas de aterrizaje, instalaciones de comunicación, entre otros). Esto es particularmente común si se realizan varias actividades en el mismo sitio, tanto en el mismo espacio o lapso de tiempo. En los casos en que las actividades vayan a realizarse en sitios que reciben visitas de uno o más operadores en forma reiterada, se deberá tener en cuenta el impacto acumulativo de las actividades pasadas, presentes y razonablemente previsibles...”.

Finalmente, es necesario aclarar en lo que respecta a la Evaluación Medioambiental Global, el Artículo 3.5 del Anexo I del Protocolo establece que no se tomará una decisión definitiva con respecto a iniciar la actividad propuesta en la zona del Tratado Antártico a menos que la Reunión Consultiva del Tratado Antártico haya tenido la oportunidad de considerar el proyecto de evaluación medioambiental global con el asesoramiento del Comité para la Protección del Medio Ambiente (CPA) (de conformidad con los incisos d) y e) del artículo 12 del Protocolo), y siempre que la decisión de iniciar dicha actividad no se retrase más de quince meses desde la comunicación del proyecto de EMG. Por lo tanto, la autoridad competente para decidir en el procedimiento de EMG es la Reunión Consultiva del Tratado Antártico con el Asesoramiento del Comité de Protección Ambiental (CPA).

3.1.1 Determinación de la Categoría de Impacto Ambiental

De acuerdo con el Anexo I, deberá prepararse un proyecto de EMG si la Parte proponente de una actividad, ha determinado que es probable que una actividad tenga un impacto mayor que mínimo o transitorio. Esta determinación, se tomará de conformidad con los procedimientos nacionales correspondientes, y en referencia a las disposiciones y objetivos establecidos en el Protocolo. En este caso, el PGAYT determinó que el Proyecto enviado tiene impactos mayores que mínimos o transitorios, aún sin evaluar conjuntamente los otros elementos que integrarían la totalidad de este (construcción de la pista, nuevos edificios, etc.).

En este caso para la actividad general propuesta (Proyecto de Renovación Integral Base Antártica Petrel), se pueden establecer algunos de los impactos que generará:

- Modificación de, o riesgo para, el valor intrínseco de la Antártida, incluidos sus valores estéticos y de vida silvestre y su valor como zona para la realización de actividad científica debido a la introducción de elementos antrópicos;
- Modificación del sustrato y del paisaje por remoción e instalación de edificios;
- Contaminación del medio marino y de los medioambientes terrestres, de agua dulce, y atmosféricos por emisiones a la atmósfera por el uso de generadores de energía y otras actividades antrópicas;
- Contaminación del medio aire por introducción de contaminantes primarios y secundarios a la atmósfera (NO_x, CO_x, SO_x, y material particulado);
- Perturbación de la vida silvestre por generación de ruido por las actividades antrópicas para la instalación de las nuevas instalaciones;
- Contaminación del medio marino y de los medioambientes terrestres y de agua dulce;
- Introducción de agentes patógenos;
- Toxicidad y otros impactos crónicos a nivel de especies, hábitats y ecosistema;
- Cambios físicos en el paisaje (por ejemplo, erosión, senderos);
- Cambios físicos en la red de drenaje superficial;
- Cambios físicos y químicos en el techo del permafrost y sobre los núcleos de hielo morrénicos;
- Modificación de las geoformas glaciarias (remoción del extremo norte de la morrena);
- Introducción de especies no autóctonas;
- Modificación de la distribución, abundancia o biodiversidad de las especies o de poblaciones de especies de fauna y flora;
- Cambios en el comportamiento, la fisiología y el éxito reproductivo de la vida silvestre;
- Daño físico a la flora y
- Modificación de la distribución, abundancia o productividad de especies o de poblaciones de especies de flora entre otros impactos.

Estos impactos cuando se analizan en función de la extensión, duración, intensidad, probabilidad y aspectos legales de las acciones que los generan se observa que por su cuantificación muchos poseen un riesgo alto, en especial por su duración (impacto por más de diez años), intensidad (cambios irreversibles) y probabilidad (ocurrencia inevitable). Otro aspecto importante, es que en un proyecto de esta envergadura cobran significancia los “impactos acumulativos” que son

impactos combinados de actividades, que pueden producirse en el tiempo y/o el espacio, y pueden ser aditivas, interactivas o sinérgicas.

Entonces el análisis preliminar (hasta culminar con la evaluación ambiental global mediante la matriz final de impactos) de la actividad permite aseverar que este proyecto debe ir precedido por una borrador de ***Evaluación Medioambiental Global (EMG)***, tal como lo pide el Protocolo, su Anexo I y la Resolución 1 (2016) de la RCTA, dado que se espera que los impactos previstos serán ***“mayores que mínimos o transitorios”*** y por lo tanto su aprobación debe ajustarse a los procedimientos establecidos en el Anexo I del Protocolo y la Resolución 1 (2016) para una EMG.

4 LA NUEVA BASE PETREL

4.1 Descripción de la Base Petrel

En esta sección describiremos con mayor detalle los aspectos relacionados con las instalaciones que van a integrar la nueva Base Petrel. Cómo ya se mencionó a los fines de ordenar el proyecto y las instalaciones necesarias, se sectorizan zonas en función a las competencias operativa y funcionales de la base. Las instalaciones y actividades fueron agrupadas en las siguientes zonas (Figuras 23, 24, 25, 40, 41 y 42):

- Zona Instalaciones
- Zona Científica
- Zona Aeroportuaria
- Zona de Embarque y Desembarque
- Zona Campo fotovoltaico
- Zona Lagunas

Todas las instalaciones que integraran la nueva Base Petrel se han diseñado de acuerdo con los siguientes parámetros climáticos:

- Temperatura exterior: $-35^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
- Temperatura interior: 21°C
- Altura sobre el nivel de mar: 10 m a 20 m
- Humedad relativa exterior: 95%
- Viento (proveniente de):
 - Suroeste (Dominante): Velocidad Máxima Absoluta de 80 nudos (aprox. 149 km/h), Frecuencia de 1%.
 - Sur (Reinante): Velocidad de 31 nudos (aprox. 57 km/h), Frecuencia de 23%.

Notas:

- ✓ Se considera el cálculo de presiones dinámicas y estáticas y los efectos de compensación de presiones (efecto vacío) considerando la modalidad de los vientos de glaciación tipo catabáticos.
- ✓ Se considera también para la construcción del edificio, el coeficiente de conductibilidad magnética, debido a la producción de tormentas magnéticas que sobresaturan el aire con importantes descargas estáticas.
- ✓ Se considera como máximas ráfagas posibles, producidas por temporales, con un rango máximo de 162 nudos (de aprox. 300 km/h).

4.2 Layout del proyecto original de la nueva Base Petrel



Figura 22: layout general del proyecto original de la nueva Base Petrel. En el proyecto actual se ha eliminado el Muelle.

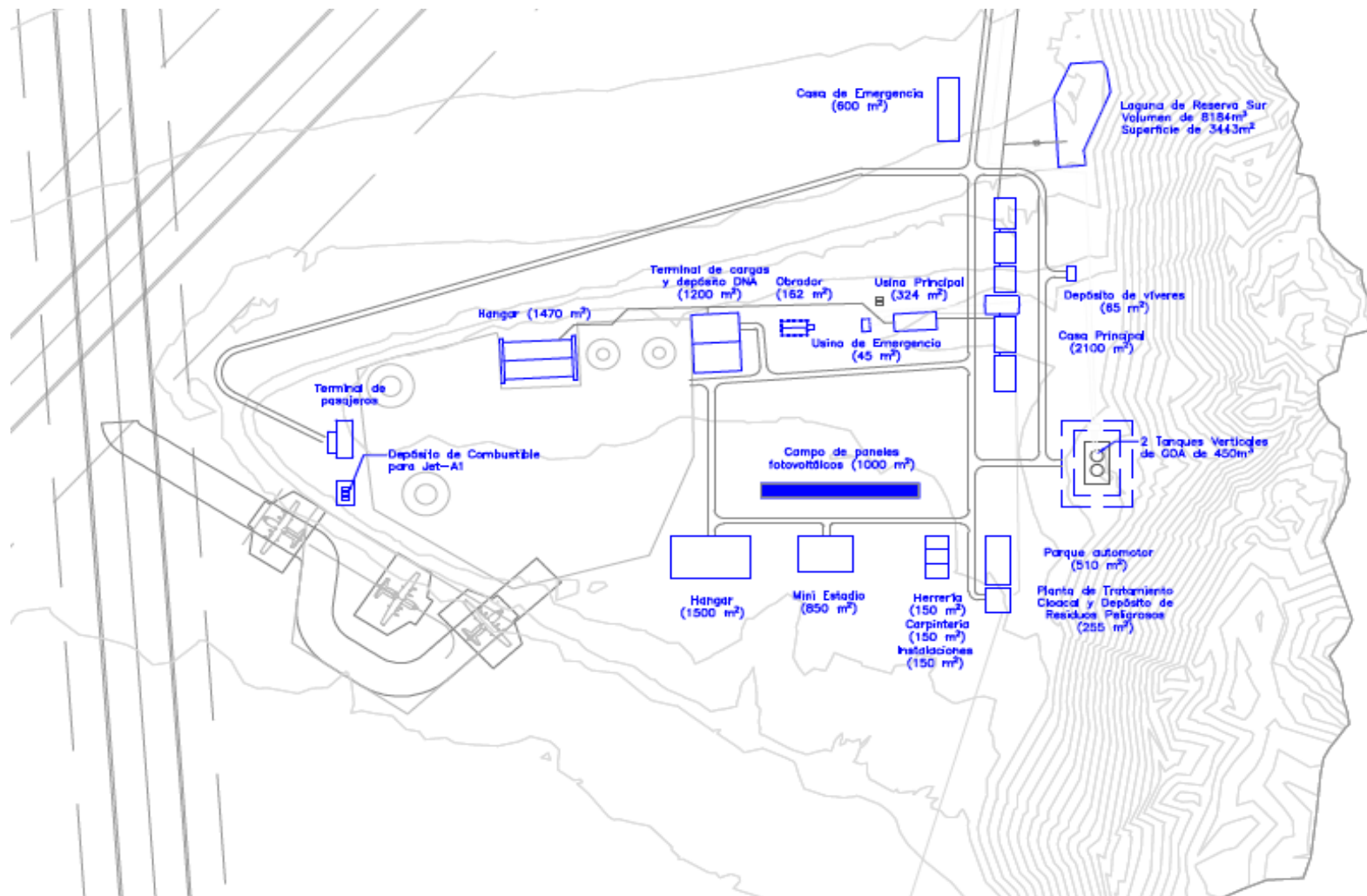


Figura 23: layout con la disposición original de las instalaciones de la zona central de la base en la terraza superior

CAMINOS, PISTAS Y CALLES DE RODAJE

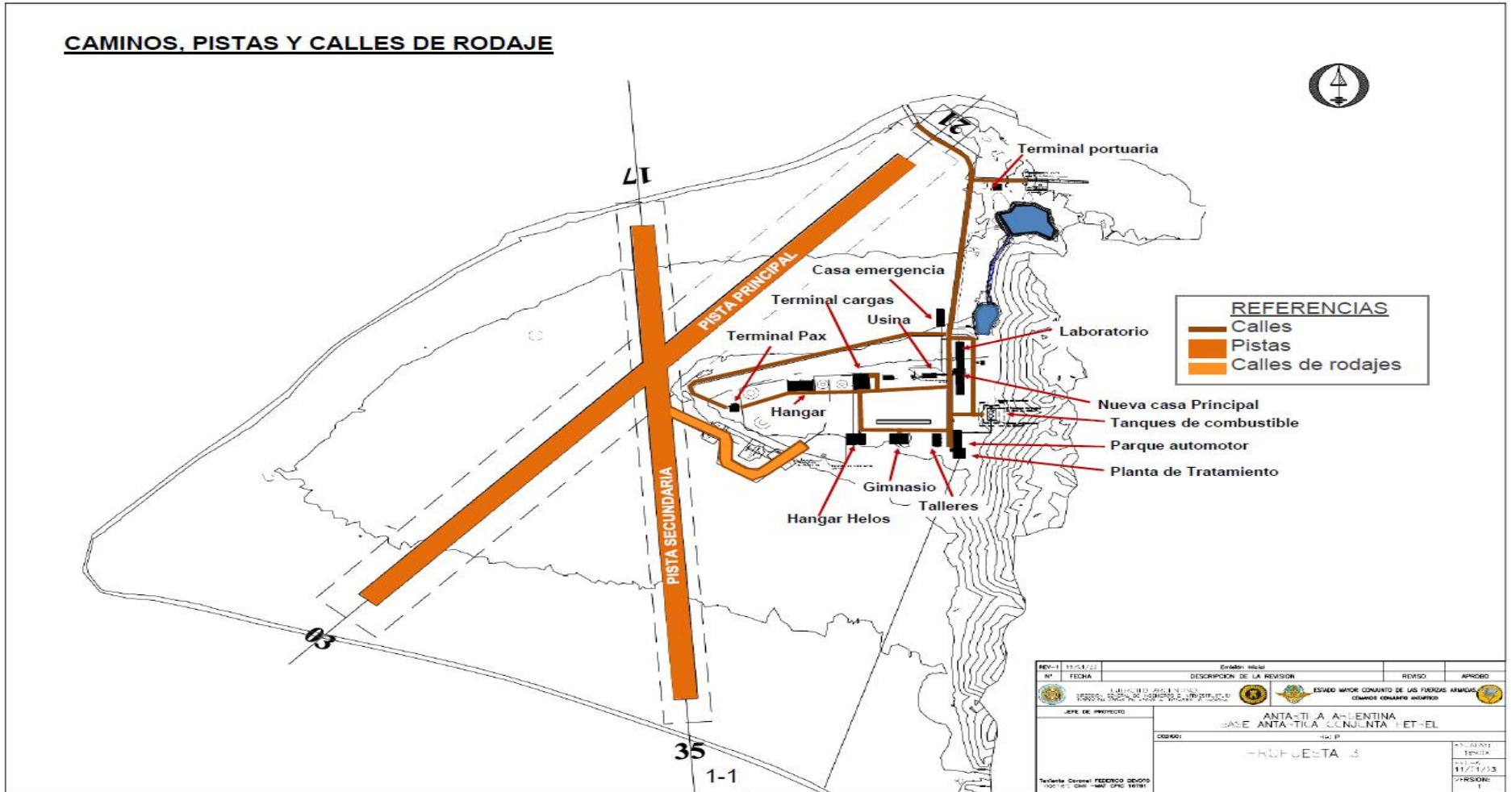


Figura 24: layout general de la nueva Base Petrel

4.3 Zona Instalaciones de la Base

4.3.1 Casa Principal

4.3.1.1 Descripción General

La nueva casa se proyecta en cercanía a la ubicación de la vieja casa incendiada, sobre la planicie elevada del Cabo Welchness. La estructura se montará en forma independiente, fundando la misma mediante pilotes et alumna hasta elevarla a una altura promedio de 3 metros sobre el terreno natural. La nueva infraestructura será proyectada para uso de alojamiento tipo vivienda antártica de última generación, diseñada bajo el concepto de autosustentable donde se innovará con tecnología que permita emplear las energías alternativas.

Tendrá una capacidad operativa de SESENTA (60) personas de dotación permanente y OCHENTA (80) que se encuentren en tránsito, alcanzando una capacidad total de CIENTO CUARENTA (140) plazas. La edificación propuesta ocupará una superficie mínima de 1.920 m², distribuida en dos plantas. A nivel de terreno natural ocupará una superficie estimada de 330 m² y en el primer piso tendrá una superficie de 1.580 m².



Figura 25: render con la vista superior de la nueva casa principal

Planta baja:

- Sector guardado de vehículos livianos hasta 2,5 TON.
- Sala de máquinas:
- Sector Planta potabilizadora.
- Salas independientes para el funcionamiento de los servicios básicos de la misma. (calefacción central (eléctrica, aire caliente o radiadores agua), depósitos de agua

potable, sistema de agua de recirculado, sistema de depósitos de aguas cloacales de los baños, sistema de aguas grasas de la cocina, sistema central de detección de incendios, tablero general de electricidad, bombas centrífugas, presurizadoras, recirculadoras y cloacales).



Figura 26: rendu de la vista lateral de la Casa Principal

Primer Piso:

- OCHO (8) habitaciones individuales con baño privado.
- VEINTISEIS (26) habitaciones para dos personas con baños compartidos.
- Enfermería con:
 - Sala para atención de pacientes.
 - Consultorio odontológico.
 - Sala de rayos x con paredes plomadas según normativa vigente.
 - Shockroom apto para quirófano (instalaciones especiales de iluminación, sistema de aire comprimido, instalación de oxígeno y gases anestésicos, así como instalaciones eléctricas y electrónicas, debe tener entre sus equipos una mesa para cirugía, una mesa de mayo y de medialuna, mesas auxiliares, máquina para anestesia, lámpara cialítica, electro bisturí, desfibrilador, asientos, tarimas y escaleras, entre otros equipos).
 - Sala de internación para cuatro (4) pacientes con baño.
 - Farmacia para la guarda de medicamentos trazables y refrigerados.
- Cocina. (Con mobiliarios de acero inoxidable (mesadas, alacenas, bachas, armarios, cocina industrial, horno convector, campana y extractor de humos)).

- Panadería. (con sobadora, amasadora, horno pizzero de cuatro bandejas eléctrico)
- 2 Cámaras frigoríficas.
- Depósito de víveres secos. (con estanterías para la mercadería en dos niveles)
- Un Comedor central.
- Oficina para jefe de base.
- Oficina del segundo jefe de base.
- Oficina de operaciones.
- Oficina de logística.
- Radioestación e informática. Con equipamiento HF, VHF, UHF y comunicaciones satelitales (con tres RACKS y sector taller).
- Sala de reuniones.
- Gimnasio de usos múltiples para musculación y máquinas fijas.
- CUATRO (4) puertas de salida de emergencia como mínimo.
- UN (1) montacargas camillero con capacidad mínima de 1500 kg, el cual también podrá ser utilizado para traslado de cargas logísticas internas.
- Lavadero (equipos lavarropas y secadoras).
- Depósito general.
- DOS (2) baños comunes.
- UN (1) laboratorio científico con una capacidad para 10 personas con oficina anexa al mismo y con tres módulos independientes: laboratorio seco, laboratorio húmedo, laboratorio sucio.
- Local para tanques de agua de reserva (capacidad mínima 2500 lts).
- Circulaciones 15% de la superficie total.

4.3.1.2 Descripción Específica

El sistema modular es transportable por medio marítimo mediante contenedores de 20 pies. La carga será protegida con embalajes y sujeciones del tipo estrobo (eslinga) aptas para el izamiento o transporte y espacios en cada lateral para alojamiento de horquillas de auto elevadores, de dimensiones y distancia entre centro normalizadas. Las dimensiones de embalaje no podrán sobrepasar las dimensiones de un contenedor de 20 pies (1C). El peso máximo estará en función de la capacidad de transporte de las grúas del buque (12.000 kg con el brazo de grúa totalmente desplegado; despliegue aproximado de 16 m, totalidad de la manga).

Todos los materiales por utilizar deberán resistir las temperaturas extremas, los vientos con contenido de sales propios por estar próximo al mar y ser aptos para el manipuleo de carga,

descarga y estiba. Cada embalaje deberá estar identificado y con un listado adjunto del contenido en cada uno. Los embalajes admitirán el desarme y posterior rearmado a fin de poder realizar el control, verificación de los materiales a recibir.

Estructura portante

Al igual que el sistema de fundación, el sistema de estructura portante y su respectiva conexión con la cimentación se definirá en la ingeniería de la casa, habiéndose estudiado y planteado diferentes propuestas para la solución competente de la edificación. De igual manera, deberá no contaminar el medio y tener los fundamentos estructurales suficientes previamente siendo aprobado por la Dirección de Obra.

Establecidos los datos e hipótesis de partida, simplificaciones y bases de cálculo, período de servicio y planificación basados en las correspondientes normativas, se buscará obtener los estados límites últimos (debidos a la pérdida de equilibrio, deformación excesiva, transformación de estructura en mecanismo, rotura de elementos estructurales o uniones, inestabilidad de elementos estructurales, etc.) y los estados de servicio (en referencia al nivel de confort, correcto funcionamiento del edificio, apariencia de la construcción, etc.). Este proceso se basará en el análisis de combinaciones de cargas (acciones permanentes, variables y accidentales) en simultaneidad y con la utilización de coeficientes de mayoración. Por último, será necesario la descripción de los procedimientos y/o métodos empleados y verificaciones durante el proceso y una vez finalizado el mismo.

Se preverá actuar sobre la ejecución de una nueva estructura portante cuyo objetivo será soportar las acciones ejercidas sobre ella y transmitir las hacia los cimientos. Como cuerpo principal se tendrá una edificación principal cuyo eje longitudinal se encontrará en dirección Norte-Sur, compuesta básicamente de cinco módulos elevados, con una longitud mínima de 15 m y una máxima de 30 m en función del uso, divididos en grilla de 3 m, con un sistema de estructura reticulada (cerchas prefabricadas compuesta por perfilera de alma llena) en sección superior e inferior dispuestos similar Warren a dos aguas con montantes, vinculados mediante perfiles de alma llena en las caras externas.

El arriostramiento de las estructuras que soportan los muros y cubiertas se podrán realizar por medio de cruzamientos colocados a una cierta distancia. Este sistema reticulado constará de perfiles de acero con recubrimiento exterior galvanizado, unidas en sus extremos con nudos rígidos.

El esqueleto estará presente de manera que sea envuelto por las paredes que dan con el exterior, que serán sujetas mediante tornillos autorroscantes de acero inoxidable a perfiles estructurales galvanizados (correas). Se destaca el aumento en la cantidad de las correas en el área de usos múltiples debido al aumento de carga por uso. Dimensiones, distancias y características entre/de estos elementos se indicarán de manera correspondiente en planos de proyecto. Se preverá utilizar perfiles de chapa plegada galvanizada de espesores de como mínimo 1/8 pulgadas para el esqueleto y perfiles ángulos, caños tubulares y/o redondos como rigidizaciones.

Una vez elegidos los materiales de construcción, se deberá prever la solución de los inconvenientes básicos presentes de estos elementos:

- Corrosión (pintura, etc.).
- Protección contra incendios (paneles de protección frente al fuego, etc.).
- Flexión lateral o pandeo por ser un elemento esbelto sujeto a efectos de ser sometido por una sollicitud de compresión.
- Mantenimiento.
- Necesidad de mano de obra especializada para el montaje, por ejemplo, en uniones soldadas, resultando en el nivel de rigidez del conjunto.

El cálculo de la estructura correspondiente al proyecto se emplea basándose en las correspondientes normativas vigentes, estableciendo las acciones actuantes sobre la obra, definiendo elementos estructurales y detallando dimensiones, alturas, luces, disposición, entre otros, necesarios. Se prevé complementar esto último con la elaboración de uno o más modelos de cálculo con software ajustados al comportamiento real de la obra en segundo orden con la obtención de esfuerzos de tensiones y desplazamientos para comprobar estados límites últimos y de servicio.

El sistema de conexión entre la cimentación y la estructura portante en sí, se compone de un sistema tripoidal invertido de perfiles tubulares cilíndricos (soportes) de acero galvanizado estructural ASTM A633 Grado E con recubrimiento externo epoxi y de poliuretano acrílico en diferentes capas o bien un recubrimiento suficiente para resistir los efectos anteriormente expuestos.

Estos soportes tienen como objetivo ser capaces de soportar vientos de velocidades máximas, bajas temperaturas y los efectos de posibles terremotos y ciclos de congelamiento y descongelamiento del suelo antártico.

Este sistema triodético de direcciones en multipuntos a la estructura, permite contrarrestar el movimiento del suelo. Estos tres soportes se unen en un perfil compuesto, una sección central conformada por la unión entre dos perfiles abiertos laminados en frío en forma de "U", conectados generando un único perfil cerrado cuadrado.

Rigidizados sobre las aristas del tronco, se tendrán placas a 90º, o perfiles ángulo, fraccionado con una forma triangular con su lado mayor sobre la base, que distribuirán las cargas de este perfil central hacia dicha superficie, aquella que se conecta directamente con la placa de anclaje.

La perfilería debe de unirse a la estructura portante mediante bulonería y/o soldadura; este sistema deberá ser justificado detallando características, cálculos de dimensionamiento, al igual que el sistema de fundación en su totalidad.

En cuanto a métodos de unión, para la soldadura sin/ con material de aporte se deberá describir el tipo de equipo a utilizar, elementos de seguridad y material de aporte con sus respectivas características, así como también respecto a su cordón de soldadura; verificando que, además de

lo anterior, el método de ejecución y materiales afines sean aprobados por normativa ISO 11611; ISO 9150; ISO 9151; Código de soldadura ASME; Código de soldadura API, Código de soldadura AWS D1.1, Reglamento CIRSOC 301/301-EL, Reglamento CIRSOC 304, Reglamento CIRSOC 305, etc. para soldadura del tipo estructural.

Sistema envolvente

Definir constructivamente los distintos subsistemas del sistema envolvente del edificio. Cada uno de ellos deberá presentarse con descripción de su comportamiento frente a las acciones a las que estará sometido, siendo estas (Figura 74):

- Solicitaciones: peso propio, viento, sismo, sobrecargas de nieve, sobrecargas de uso, entre otras;
- Acción frente al fuego;
- Seguridad de uso;
- Evacuación de agua;
- Nivel de impermeabilidad de materiales utilizados y comportamiento frente a la humedad;
- Aislamiento acústico;
- Durabilidad frente a acciones atmosféricas y aislamiento térmico; entre otros.

Se deberá tener en cuenta que aquellos materiales aislantes a utilizar en el sistema constructivo deberán verificar en su conjunto que los cerramientos tengan un coeficiente de transmitancia térmica K menor a la máxima admisible para el nivel de confort y las condiciones de invierno o verano determinados, según norma.

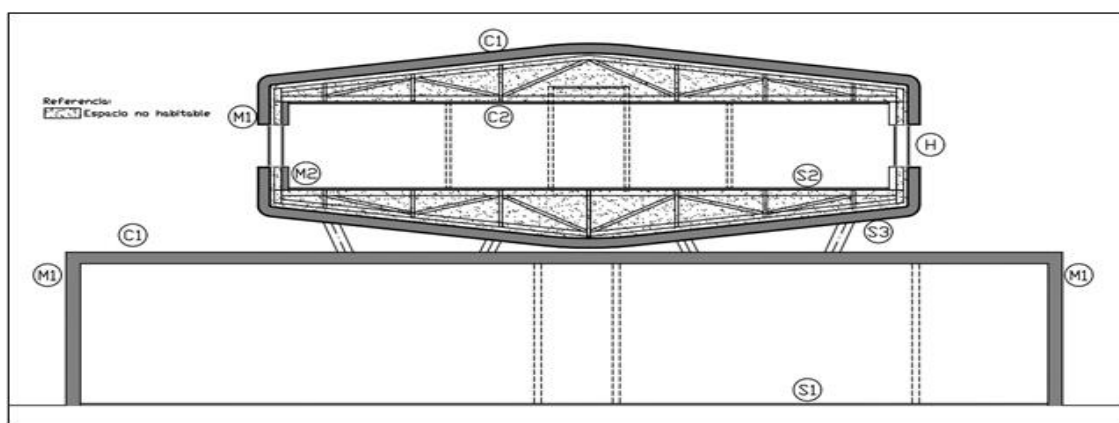


Figura 27: esquema de la envolvente térmica del edificio.

Para la ejecución de la edificación se deberá seguir los lineamientos que el siguiente proceso constructivo describe, de carácter genérico. Se deberá comenzar las tareas preliminares correspondientes para poder realizar la fundación (Nota: se encuentra en investigación el método adecuado). Una vez realizada esta, como tercer paso se deberá ejecutar el sistema de perfilera en

trípode, conexión entre las fundaciones y la estructura de la edificación, la cual permitirá elevar la edificación alrededor de cuatro metros, con el fin de evitar la acumulación de nieve en la parte inferior de la edificación.

Se deberá proseguir con la estructura de la edificación, la cual estará compuesta por un sistema de estructura reticulada (cerchas prefabricadas) en sección superior e inferior, vinculados mediante pilares en las caras externas. El arriostramiento de las estructuras se podrá realizar por medio de cruzamientos colocados a una cierta distancia.

Una vez finalizado el cerramiento exterior, se deberá comenzar a edificar en su interior bajo condiciones climáticas controladas. Es tal que se continuará con la construcción de todas las subdivisiones internas con sus correspondientes instalaciones y mobiliarios. Se requerirá una planilla de los elementos, herramientas y maquinarias a emplear durante cada etapa de construcción.

El completo de la edificación estará compuesto por seis módulos, cinco de esos módulos se encuentran elevados a cota +4.00, desde nivel del suelo, conformando una gran nave longitudinal y un módulo a nivel del suelo que contiene todas las áreas técnicas (cota +-0.00).

4.3.2 Depósito de Víveres

4.3.2.1 Descripción General

Con la finalidad de contar con un lugar para la guarda de aquellos víveres que no sean necesarios almacenar en los depósitos de la Casa Principal, casa de emergencia u otra dependencia, se instalará un depósito de víveres en proximidades de la Casa Principal y Casa de emergencia. Este edificio está destinado al almacenamiento de los víveres de toda la Base Antártica Petrel, con el fin de no saturar los depósitos y cocina de la Casa Principal.

Estará próximo a 32 m al Este de la Casa Principal y unos 110 m al Sur de la Casa de Emergencia. La edificación tendrá un área total de 80 m², con muros de espesor 0,20 m. y con dimensiones de 8x10 m., su altura será de 4,70 m. Contará con dos locales, uno para los víveres secos y otro con dos cámaras frigoríficas tipo reefer.

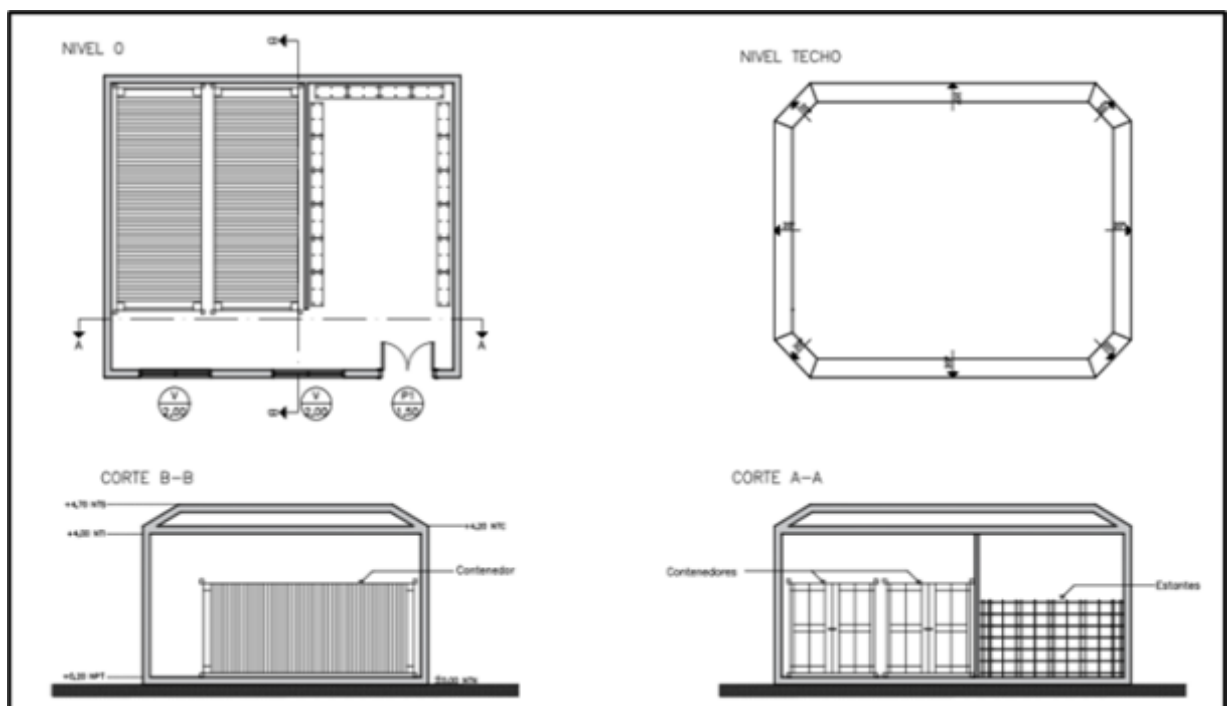


Figura 28: planos del depósito de víveres

Para la ejecución de la edificación se deberán seguir los lineamientos que el siguiente proceso constructivo de carácter genérico describe. Se deberán comenzar las tareas preliminares correspondientes para poder realizar la fundación. Una vez realizado, se deberá ejecutar el sistema de perfilería en trípode, conexión entre las fundaciones y la estructura de la edificación.

Se deberá proseguir con la estructura de la edificación, la cual estará compuesta por un sistema reticulado (cerchas prefabricadas) en sección superior, vinculados mediante pilares en las caras externas. El arriostramiento de las estructuras se podrá realizar por medio de cruzamientos colocados a una cierta distancia. Esta estructura se recubrirá con paneles sándwich del tipo PIR/PUR, generando un muro con una excelente aislación y resguardo de los vientos. Se debe asegurar que cada inicio de obra continúe hasta su cerramiento total (Nota: los espesores de los paneles están en estudio). A tal efecto, se puede prever el empleo de muros provisorios para

garantizar el avance de los trabajos con la debida seguridad estructural en función a las características meteorológicas propias de la Antártida.

Una vez finalizado el cerramiento exterior, se deberá comenzar a edificar en su interior bajo condiciones climáticas controladas. Se continuará con la construcción de todas las subdivisiones internas, con sus correspondientes instalaciones y mobiliarios.

4.3.2.2 Descripción Específica

En razón de que existen ciertas lagunas normativas en cuanto a la edificación en Antártida, se adoptará como criterio en el dimensionamiento y verificaciones estructurales de los futuros edificios a construir en la Base Antártica Petrel los siguientes valores (Figura 29):

- La edificación tendrá un área total de 80 m², con muros de espesor 0,20 m. y con dimensiones de 8x10 m.
- El Depósito de Víveres contará con el siguiente itemizado de locales:
 - UN (1) local de 41 m² de Víveres Refrigerados y Congelados con DOS (2) Cámaras de 10 pies cada una.
 - UN (1) local de 31 m² para Depósito para Víveres Secos con estanterías.

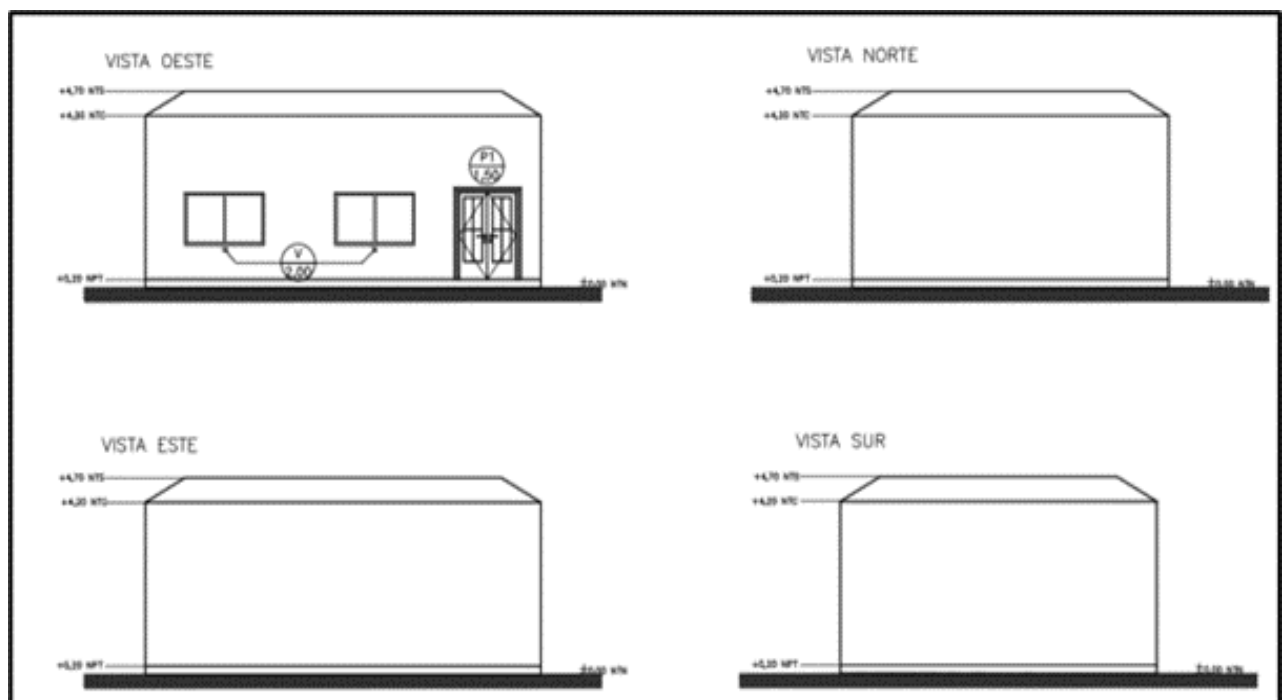


Figura 29: vistas del depósito de víveres

4.3.3 Casa de Emergencia

4.3.3.1 Descripción General

La nueva Casa de Emergencia se proyecta al norte del Laboratorio que se encuentra junto a la Casa Principal. Tendrá una orientación N-S. Su estructura será elevada sobre pilotes et alumnas a similitud que los edificios nombrados anteriormente. Estará sobreelevado del terreno natural unos 3 m y contará con tres plantas. La Casa de Emergencia cuenta con una superficie de 695 m². Sus dimensiones serán 36 m de largo, 19 m de ancho y 13 m de alto. Contará con una superficie utilizable de 1700 m² gracias a sus tres plantas.

El edificio está pensado para solo desarrollar su propósito en caso de emergencia. Podrá albergar SESENTA (60) personas y dejar que realicen su vida diaria dentro de él. Tendrá espacio de cocina y comedor. Espacios de ocio como pueden ser la sala de estar y biblioteca, espacios para atención médica y oficinas, entre otros. La nueva infraestructura será proyectada para uso de alojamiento tipo vivienda antártica de última generación, diseñada bajo el concepto de autosustentable donde se innovará con tecnología que permita emplear las energías alternativas. La planta inferior y superior estará orientada al alojamiento de personal, mientras que, en la planta central, se ubicarán los servicios (comedor, cocina, oficinas etc.)

4.3.3.2 Descripción Específica

La edificación contará con los siguientes locales:

Planta 0

- UNA (1) sala de servicios eléctricos.
- UNA (1) sala de tanques y bombas.
- UN (1) cuarto de caldera.

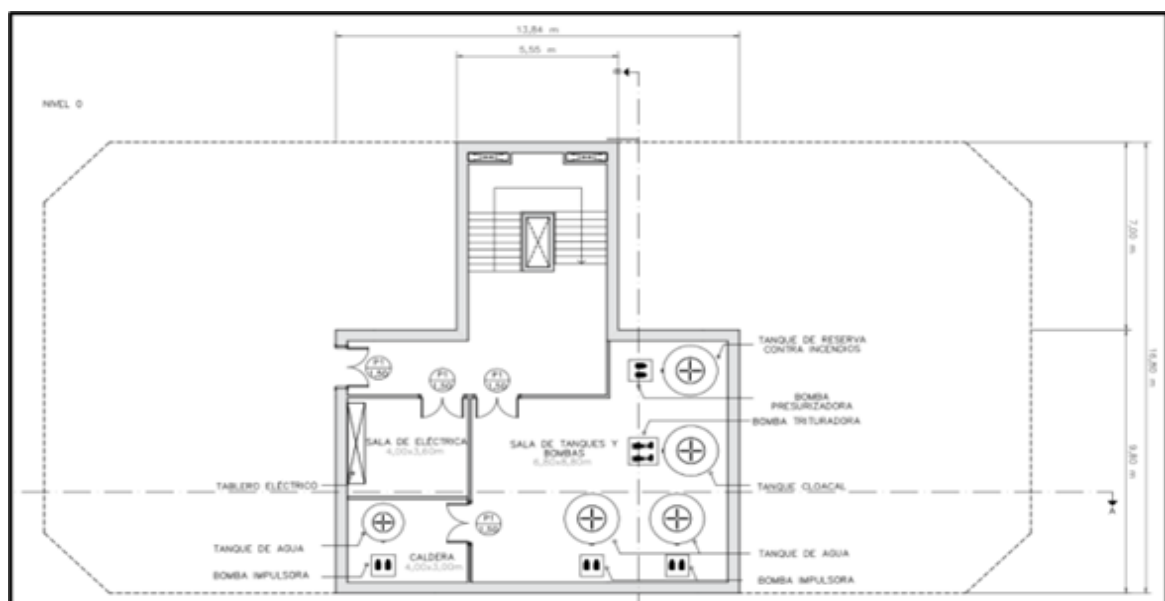


Figura 30: plano de la planta 0 de la casa de emergencia

Planta 1:

- OCHO (8) habitaciones de 18 m² para DOS (2) personas.
- OCHO (8) habitaciones de 18 m² para TRES (3) personas.
- Un sector duchas y otro de lavatorios y retretes de 24 m² cada uno.
- TRES (3) puertas de salida de emergencia
- UN (1) montacargas camillero con capacidad mínima de 1500 kg, el cual también podrá ser utilizado para traslado de cargas logísticas internas.

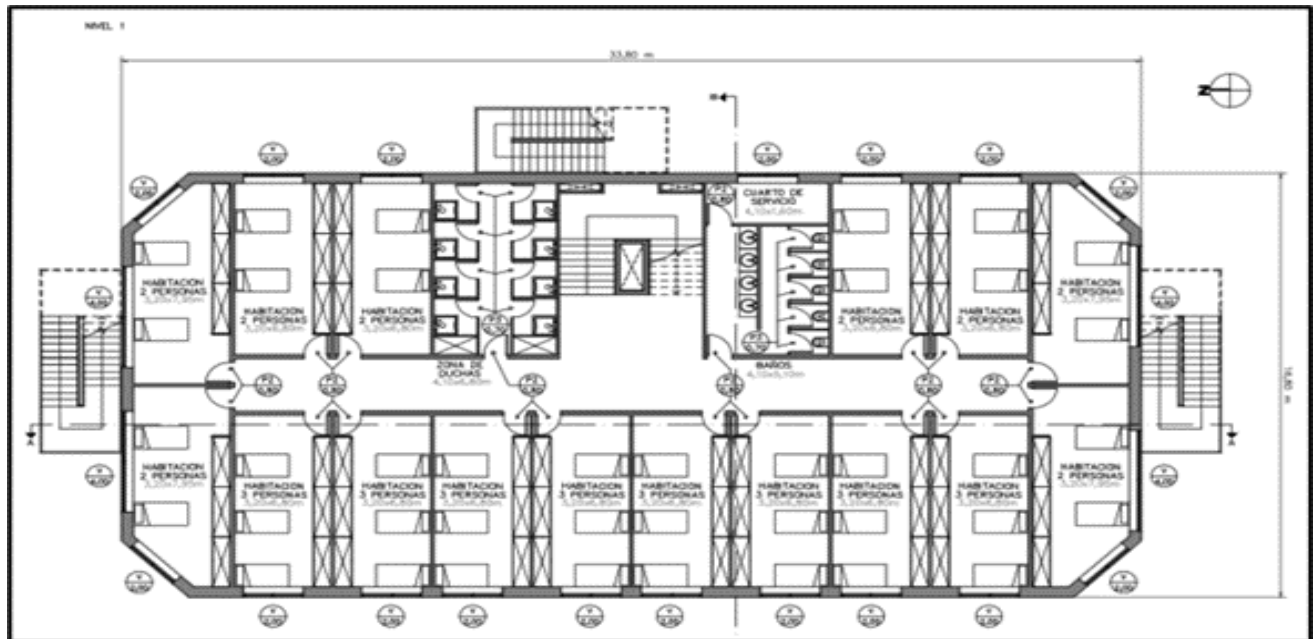


Figura 31: plano de la planta 1 de la Casa de Emergencia

Planta 2:

- Enfermería de 36m²
- Sector oficinas de 114 m²
- TRES (3) puertas de salida de emergencia.
- DOS (2) oficinas.
- DOS (2) boteros.
- UNA (1) sala de reuniones.
- UNA (1) sala de estar.
- UNA (1) biblioteca.
- UNA (1) sala de usos múltiples.
- UN (1) comedor en común DE 96 m².
- UNA (1) enfermería.

- UN (1) consultorio.
- UN (1) cuarto de internación.
- UN (1) baño en común (lavatorios y retretes) de 36 m².
- UNA (1) cocina de 72 m².
- UN (1) montacargas camillero con capacidad mínima de 1500 kg, el cual también podrá ser utilizado para traslado de cargas logísticas internas.

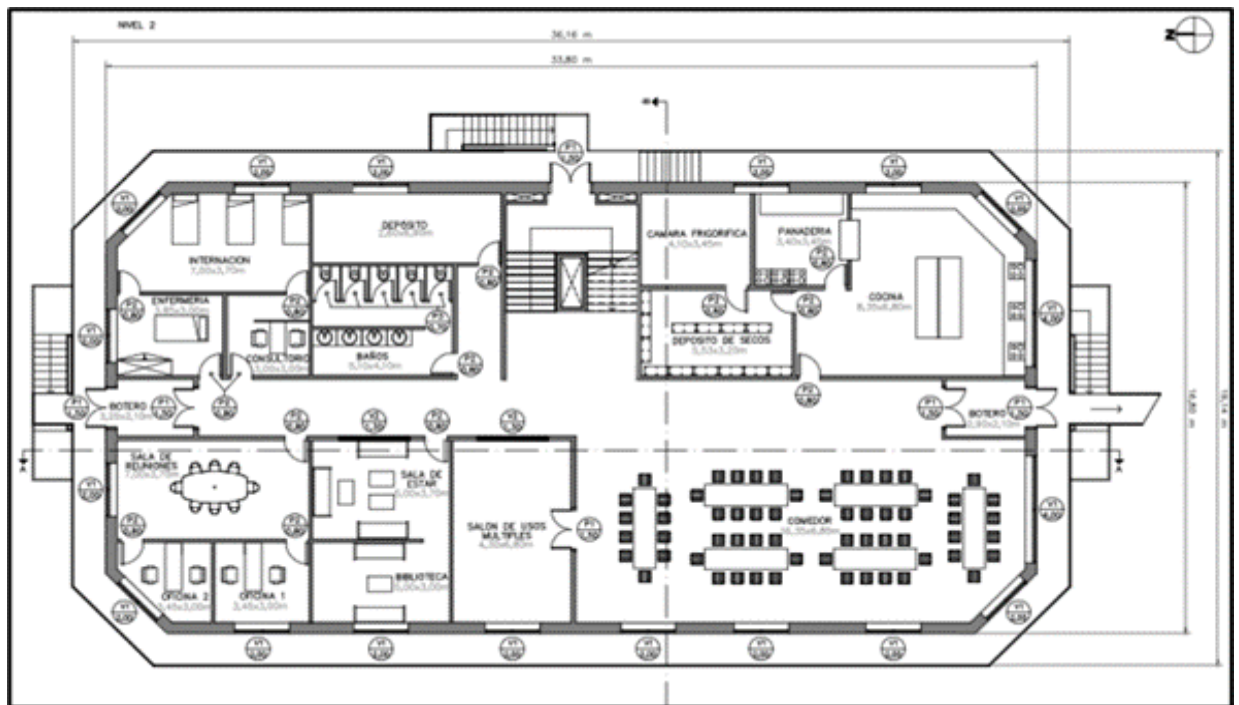


Figura 32: plano de la planta 2 de la Casa de Emergencia

Planta 3:

- SEIS (6) habitaciones en suite para UNA (1) persona, con baño y cocina integrados.
- TRES (3) habitaciones en suite para DOS (2) personas, con baño y cocina integrados.
- CUATRO (4) departamentos para dos personas, con baño y cocina integrados.
- UN (1) montacargas camillero con capacidad mínima de 1500 kg, el cual también podrá ser utilizado para traslado de cargas logísticas internas.

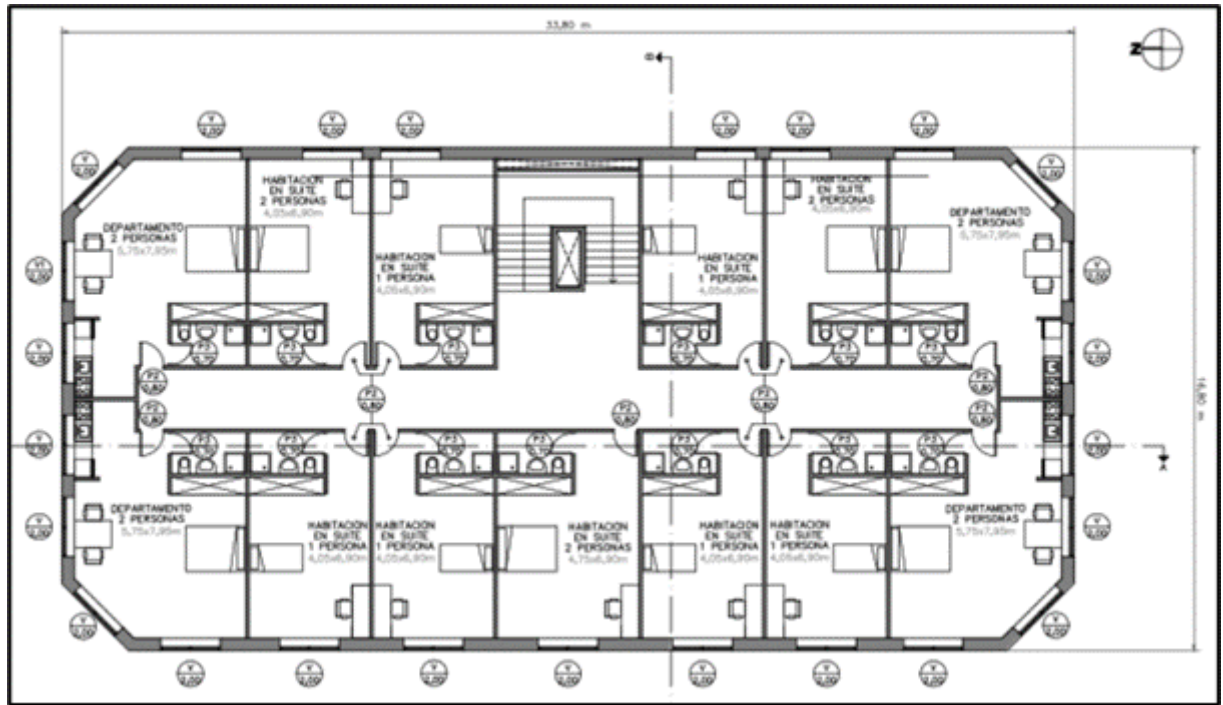


Figura 33 plano de la planta 3 de la Casa de Emergencia

4.3.4 Usina Principal

4.3.4.1 Descripción General

Se la construirá sobre el actual lugar que ocupa los edificios de la cámara frigorífica. Dicha cámara será desmantelada y replegada al continente. Sus cimientos serán removidos. El edificio mantendrá la línea de los edificios ubicados sobre el borde norte de la plataforma superior del cabo Welchness. Será rectangular con el techo a un agua orientada hacia el Norte. Ocupará una superficie total de 262 m² (25,55 m x 10,25 m) y tendrá una altura máxima de 10,25 mts.

Contará con dos plantas o niveles. En la planta inferior, donde se ubicarán tres generadores de 250 KVA cada uno. Sobre el lateral del edificio, separado por un muro corta fuego, se ubicarán una planta para derretir hielo y nieve aprovechando el calor producido por los generadores eléctricos. Junto a la planta para derretir hielo y nieve, se ubicarán tres tanques cisterna de 40 m³ cada uno para almacenar agua potable a temperatura sobre cero aprovechando también el calor de los generadores. En el nivel superior, se ubicará el cuarto de control de los generadores, junto con una pequeña cocina.

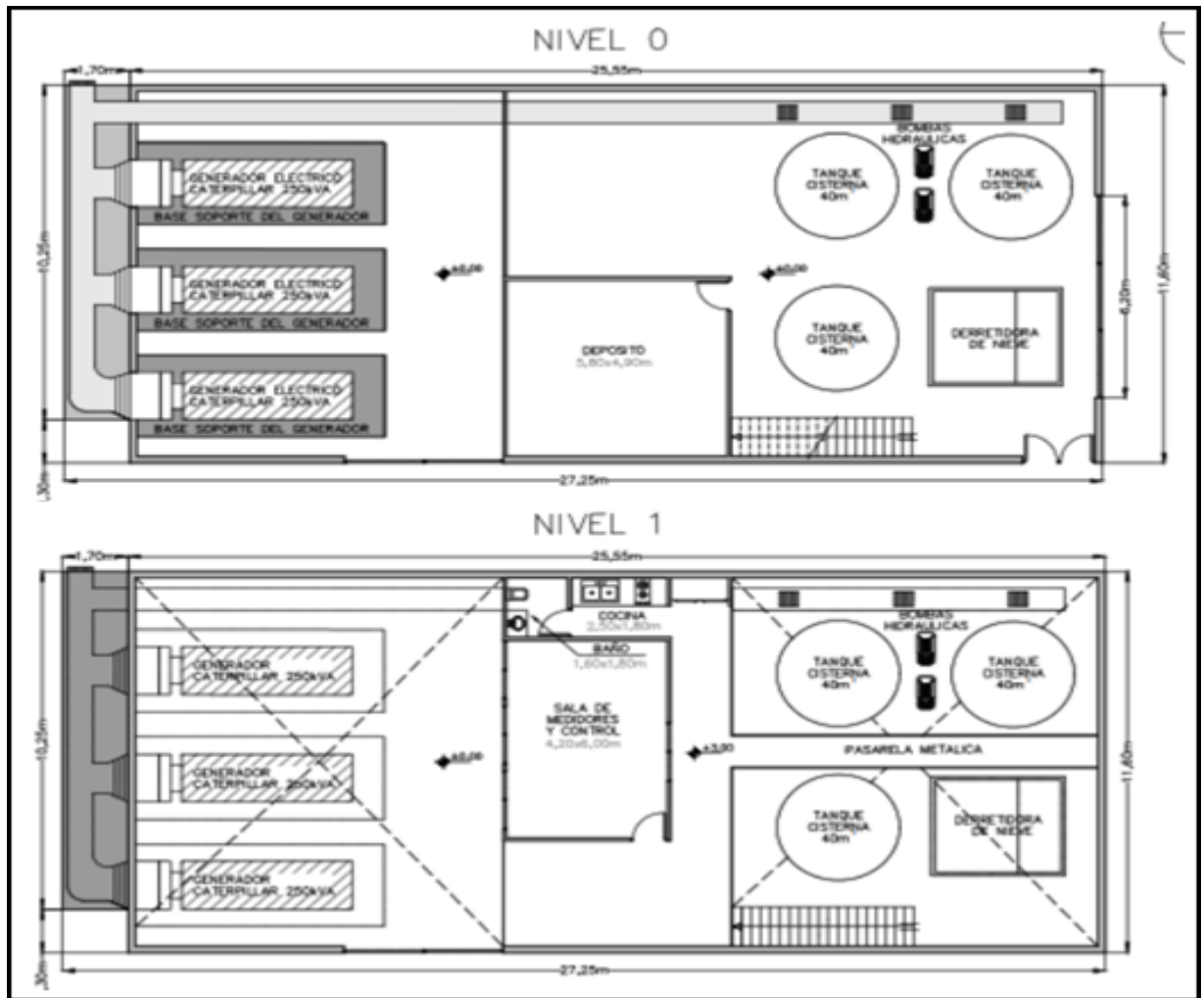


Figura 34: planos en planta de los niveles de la Usina Principal

4.3.4.2 Descripción Específica

La edificación deberá contar con los siguientes locales:

Planta Baja:

UN (1) depósito de 15,90 m².

UNA (1) sala de tanques de 12,65 m² para contener DOS (2) tanques de agua, UNA (1) bomba presurizadora y UNA (1) bomba trituradora.

UNA (1) sala de máquinas de 244,33 m² para contener TRES (3) generadores eléctricos, CUATRO (4) tanques cisterna, DOS (2) bombas hidráulicas y UNA (1) derretidora de nieve.

Primer Piso:

UNA (1) sala de medidores y control de 25,20 m².

UNA (1) cocina de 4,5 m².

UN (1) baño de 2,88 m².

Circulaciones 10% de la superficie total.

4.3.5 Usina de emergencia

4.3.5.1 Descripción General

La Usina de Emergencia se ubicará dentro de la Base Antártica Petrel, en la zona donde se encuentra actualmente la Usina de emergencia, aproximadamente a unos 104 m al Norte del Campo de Paneles Fotovoltaicos; 123 m al Sur de la Casa de Emergencia; 15 m al Oeste de la Usina Principal y a 35 m al Este del Obrador. El edificio de la actual Usina de emergencia será desarmado y removido. Será un edificio de similares características que la Usina Principal, rectangular con techo a un agua, pero de menor tamaño. Ocupará una superficie de 42,63 m² (8,70 m de largo x 4,90 m de largo) y tendrá una altura máxima de 4,92 m.

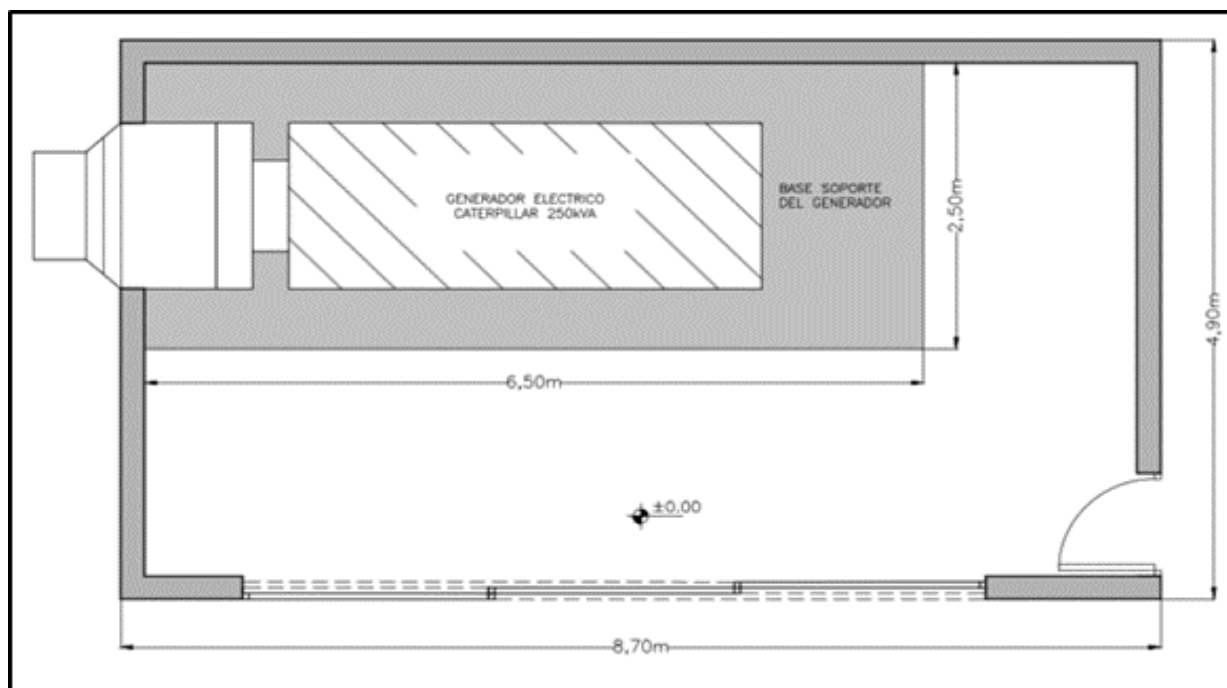


Figura 35: plano de la planta de la Usina de Emergencia

4.3.5.2 Descripción Específica

Contará con solo una planta. En su interior se alojará un generador de 250KVA con su sistema de control y tableros. El generador será empleado exclusivamente en situación de emergencia, o por razones de mantenimiento. La usina de emergencia (y su generador) constituye el sistema de generación eléctrica redundante de la base.

4.3.6 Terminal de Carga y Depósito DNA

4.3.6.1 Descripción General

Se desarrolló un anteproyecto para instalar un Edificio con la finalidad de implantar una terminal de cargas y un depósito para la Dirección Nacional del Antártico (DNA) en la Base Antártica Petrel. La planta se organizó en una superficie total de 603 m², cuyas dimensiones resultaron en 30,15m

para el frente, 20m de profundidad, y una altura máxima de 10.75m. El Edificio se compartimenta, resultando una superficie para terminal de cargas de 403 m², y un depósito de 200m².

Se cumplimentó el requerimiento operativo para la Terminal de Cargas, de contar con una superficie cubierta necesaria para el estibaje de un mínimo de 12 pallets de 88" x 108" y altura 90" (2.24m x 2.74m x 2.28m), pudiendo crecer su acopio en altura mediante la instalación de racks, para duplicar su capacidad con respecto a lo necesario en este primer requerimiento.

En el caso del Depósito D.N.A., se estableció la ubicación de 10 estanterías para una capacidad de almacenaje en volumen de 228 m³, y el acceso se materializa mediante una puerta de 1.50m de ancho y 2.10m de alto. Ambos edificios cuentan con salida de emergencia independiente en el sector trasero de la edificación.

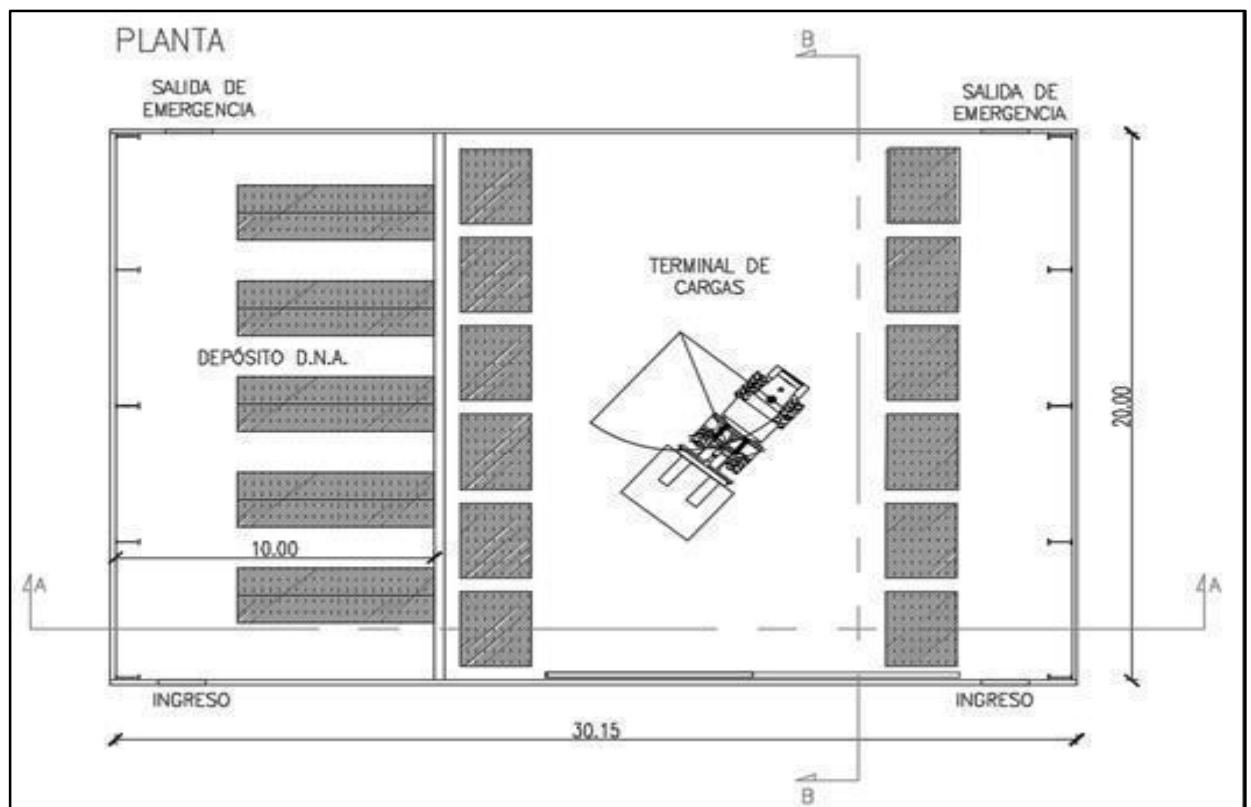


Figura 36: plano en planta del Depósito y Terminal de Carga

4.3.6.2 Descripción Específica

El frente del Edificio se encuentra orientado hacia el Oeste. El portón de acceso a la Terminal de Cargas tiene un ancho de 6.5m y una altura de 5m. El espacio interior está diseñado para la operación de una máquina Tipo Terex 760B de 7,20m de longitud y 2,30m de ancho, o marca de similares características, con accesorio de uñas o con pala frontal.

CORTE TRANSVERSAL

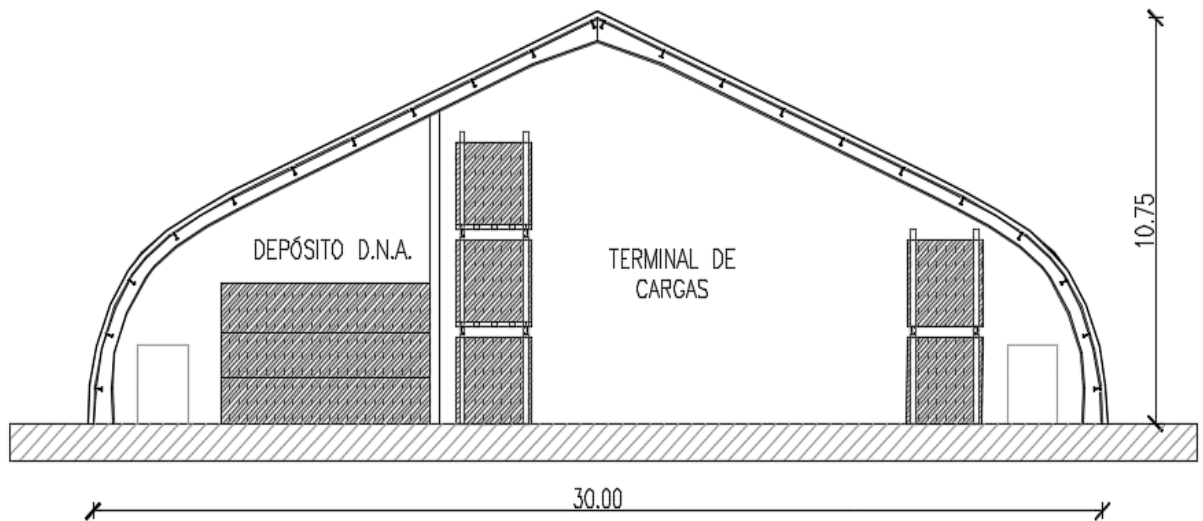


Figura 37: corte transversal de la Terminal de Carga y Depósito de la DNA

La estructura se diseñó en acero de calidad F-36, de alma llena y con secciones de alturas variables, a los fines de optimizar el peso propio, con el consecuente ahorro de material. En la envolvente se utilizarán paneles sándwich tipo P.I.R. de 20cm de espesor. El piso se plantea con subestructura y placas de aluminio con aislante térmico. Las principales características del perfil de esta estructura debido al ángulo optimizado de inclinación de la cubierta, es la resistencia a las acciones dinámicas de vientos de hasta 300 km/h, confiriéndole además una buena performance para evitar la acumulación de nieve. Como ventaja constructiva adicional, se presenta la versatilidad del Edificio para ser ampliado en superficie, si se necesitare en su dirección longitudinal, ya que al contar con una tipología estructural de pórticos paralelos, se puede desmontar la envolvente del sector trasero, colocar nuevos pórticos, y finalmente completar con la superficie de revestimiento que se requiriere.

4.3.7 Alojamiento de Emergencia / Gimnasio

4.3.7.1 Descripción General

El Alojamiento de Emergencia / Gimnasio se encuentra dentro de la Base Antártica Petrel, a unos 120m al Sur de la Terminal de Cargas y Depósito DNA; a 50m al Oeste del Hangar MI; a 25m al Sur del Campo de Paneles Fotovoltaicos. Tendrá 47,00m de largo, 34,00m de ancho y 9,00m de alto. El solado es a dos aguas, teniendo la mayor altura a 9,90m y la menor a 5,40m de altura.

En los casos en que la Base Petrel, en el marco de alguna actividad SAR (Search and Rescue), excepcionalmente tenga que brindar alojamiento de emergencia por unos días a personal de otras bases o a personas que hayan quedado varadas, este edificio se podrá utilizar como alojamiento de emergencia.

Adicionalmente, el edificio se destinará para el entrenamiento físico del personal de la base. Para ello contará con instalaciones tales como una sala de máquinas y una superficie libre, que permitirán la realización de ejercicios como musculación, entrenamiento aeróbico y entrenamiento funcional. También contará con vestuarios y baños separados para cada género y un sauna. (Ver Anexo 8- Infraestructura Auxiliar). El rediseño realizado luego de las observaciones que recibió el borrador de Evaluación Ambiental Global reduce el tamaño del edificio en 117m², de 863,25 m² a 745,92 m².

La construcción contará con estantes y equipo de organización para los depósitos. OCHO (8) cintas de correr, DOS (2) juegos de pesas, de 2 a 20kg, SEIS (6) bancos para pecho reclinable, con su respectivo soporte de pesas y barra, SEIS (6) kit de pesas de 5 a 20kg, SEIS (6) bicicletas fijas. Equipamiento sanitario para ambos baños como se detalló anteriormente. SEIS (6) jaboneras, CINCO (5) portarrollos de papel higiénico. Equipamiento para sauna a definir. (Ver Anexo 8- Infraestructura Auxiliar).

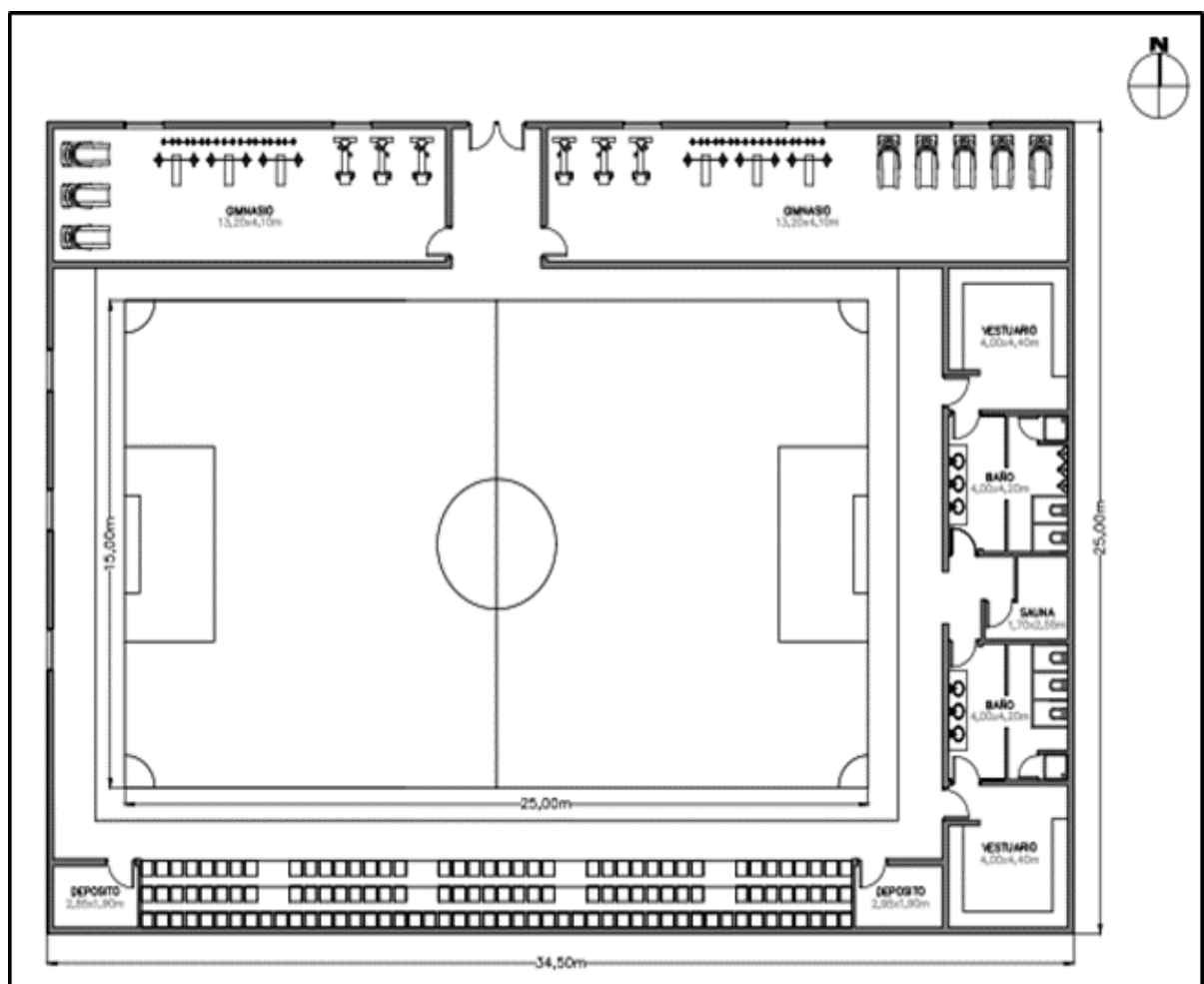


Figura 38: vista en planta del Alojamiento de Emergencia / Gimnasio

4.3.7.2 Descripción Específica

El edificio cuenta con DIEZ (10) locales, los cuales detallaremos a continuación:

- DOS (2) depósitos materializados de manera simétrica y espejada cada uno sobre un lado del sector de gradas. Serán de 2,85x1,90m.
- DOS (2) gimnasios materializados de manera simétrica y espejada ambos enfrentados al sector de gradas y separados por un pasillo con puerta doble al exterior. Los locales serán de 13,20x4,10m.
- DOS (2) vestuarios de manera simétrica y espejada cada uno en una esquina de la construcción al este de la misma. Serán de 4,00x4,40m.
- DOS (2) baños de manera simétrica y espejada cada uno a un lado del sauna. Tendrán acceso por dos puertas cada uno que estarán enfrentadas y a cada lado del local. Estarán divididos en dos sectores, el de lavamanos y el de inodoros, ducha y mingitorios.
- El baño de damas contará con TRES (3) cubículos con inodoro y una ducha.
- El baño de hombres tendrá DOS (2) cubículos con inodoro, TRES (inodoros) y una ducha. Serán de 4,00x4,20m cada uno.
- El sauna será de 1,70x2,55mts.

El edificio será proyectado con un sistema constructivo modular a fin de permitir su fácil traslado desde el Continente hacia la Antártida, y de una relativa simplicidad en la construcción y armado, una vez en los lugares que fueran necesarios. El objetivo de la estructura será soportar las acciones ejercidas sobre ella y transmitir las hacia los cimientos. Se llevará a cabo con métodos de construcción en seco (paneles tipo sándwich) y con un sistema de estructura reticulada (cerchas prefabricadas compuesta por perfilería metálica). El esqueleto estructural estará envuelto por las paredes que dan con el exterior, que serán sujetas mediante varillas roscadas de acero a perfiles estructurales galvanizados (correas). Dimensiones, distancias y características entre estos elementos deberán indicarse de manera correspondiente en los planos de proyecto definitivo. Se prevé utilizar perfiles de chapa delgada, perfiles ángulos, caños tubulares y/o redondos como rigidizadores.

Los paneles estarán compuestos por la inyección de una espuma de alta densidad aislante térmica y super adhesiva, entre dos láminas: una exterior y una interior. Este esquema permite que el panel sea resistente logrando cubrir grandes distancias con una menor estructura de soporte.

4.3.8 Taller

4.3.8.1 Descripción General

El edificio del Taller será una construcción ubicada en la zona sur este de la plataforma superior del cabo Welchness. Se encontrará frente al Parque Automotor a 25m Oeste y a 50m Este del Alojamiento de Emergencia / Gimnasio. Mantendrá una alineación E-O con el Parque automotor, Alojamiento de Emergencia / Gimnasio y Hangar de helicópteros. Ocupará una superficie de 450 m². Será rectangular con 30 m de largo por 15,00 m de ancho y una altura de 9,00m. El solado será

a dos aguas, teniendo la menor altura a 3,30m y la mayor a 9,00m. En su interior habrá tres locales principales, denominados Taller de Herrería (taller mecánico), Carpintería e Instalaciones.

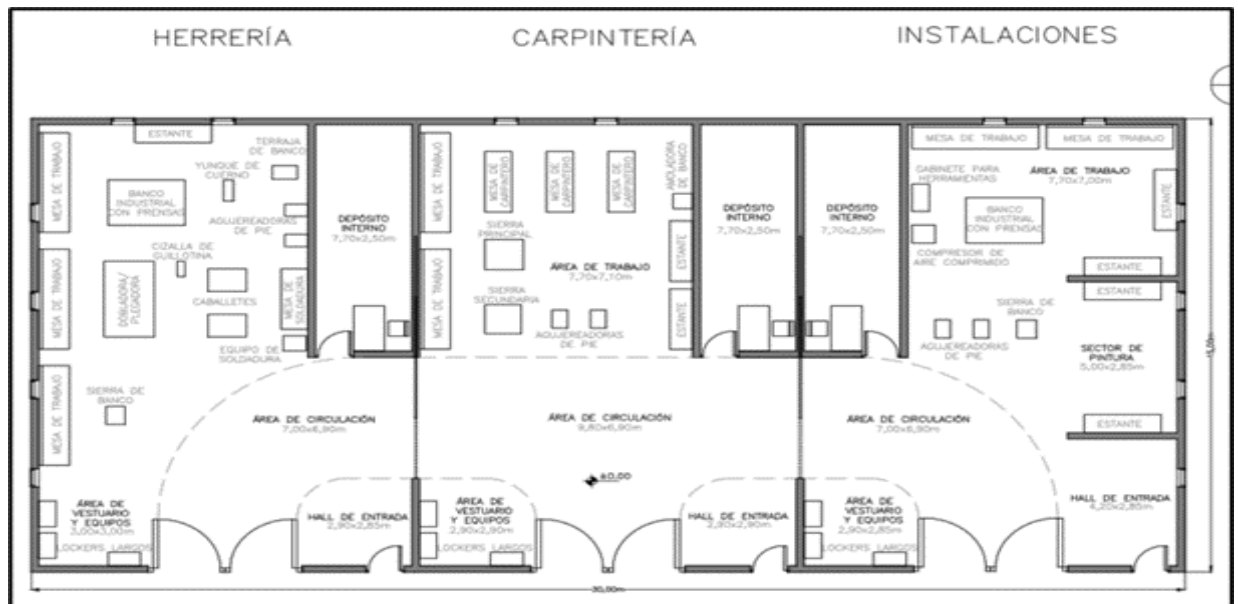


Figura 39: plano en planta de Taller

4.3.8.2 Descripción Específica

El taller contará con tres locales principales, uno destinado para la herrería, otro para la carpintería y el último para las instalaciones. El primero, deberá contar con todo el equipamiento necesario para poder trabajar con el metal y elaborar distintos tipos de objetos. En el segundo, se requieren similares equipos, pero para trabajos relacionados a la madera. Por último, en el sector de instalaciones, se dará un mantenimiento a las demás instalaciones de la Base, ya sea eléctricas, cloacales, de agua, etc.

En adición a los tres locales principales, el taller contará con tres oficinas, cada una destinada a la administración de éstos, que pueden funcionar también como depósitos y ubicadas a continuación. También, del lado derecho de las tres entradas principales estará el hall de entrada, que contarán con un ingreso propio más pequeño. En cambio, del lado izquierdo, se destinará un área de vestuarios que contará con sus propios lockers.

En resumen, esta contará con el siguiente itemizado de locales: UNA (1) carpintería de 54m², UNA (1) herrería de 52m², UN (1) local destinado al mantenimiento de instalaciones de 52m², TRES (3) oficinas de 19m², y TRES (3) áreas de vestuario y equipos de 8m². Las circulaciones supondrán un 25% de la superficie total.

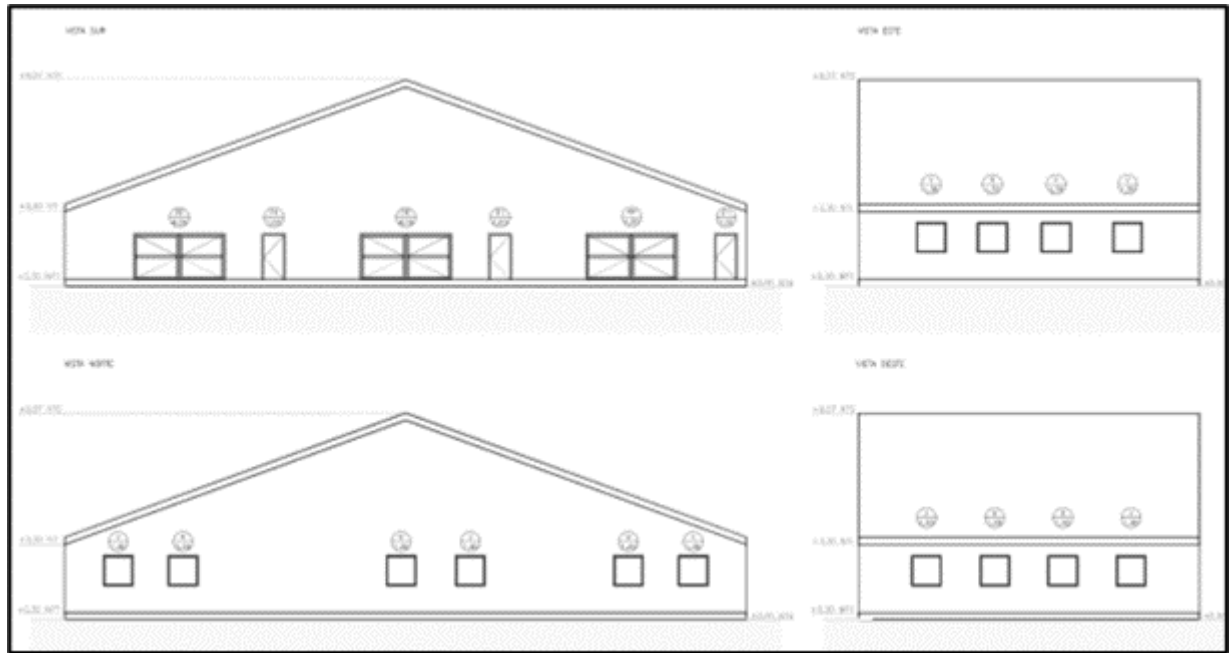


Figura 40: vista lateral del Taller

La herrería tendrá TRES (3) mesas de trabajo, UNA (1) terraja de banco, UN (1) yunque de cuerno, DOS (2) agujereadoras de pie, UN (1) banco industrial con prensas, UNA (1) dobladora, UNA (1) cizalla de guillotina, DOS (2) caballetes, UNA (1) mesa de soldadura y UN (1) equipo de soldadura. Por otro lado, la carpintería tendrá DOS (2) mesas de trabajo, DOS (2) estantes, TRES (3) mesas de carpintero, UNA (1) amoladora de banco, DOS (2) sierras y DOS (2) agujereadoras. Por último, el local destinado a mantenimiento de instalaciones contará con DOS (2) mesas de trabajo, CUATRO (4) estantes, DOS (2) agujereadoras de pie, UNA (1) sierra de banco, UN (1) banco industrial con prensas, UN (1) compresor de aire comprimido y UN (1) gabinete para herramientas.

4.3.9 Parque Automotor

4.3.9.1 Descripción General

Para el resguardo de la maquinaria empleada en el mantenimiento de la base y en especial la pista de aterrizaje, se decidió la construcción de un edificio destinado a la guarda de estos denominado Parque Automotor. El Parque Automotor estará ubicado al sur de los tanques verticales y frente al edificio de los talleres sobre la intersección del borde sur de la plataforma central del cabo Welchness y la morrena del glaciar Rosamaría.

Este edificio de forma rectangular tendrá una sola planta y ocupará una superficie de 630m² (42 m de largo x 15 m de ancho). Su techo será a dos aguas alcanzado una altura máxima de 7,36 m. Su interior tendrá espacio para guardar hasta 6 maquinarias viales y contará con 4 locales. El acceso a su interior se hará por una puerta y 7 portones corredizos para el ingreso de vehículos.

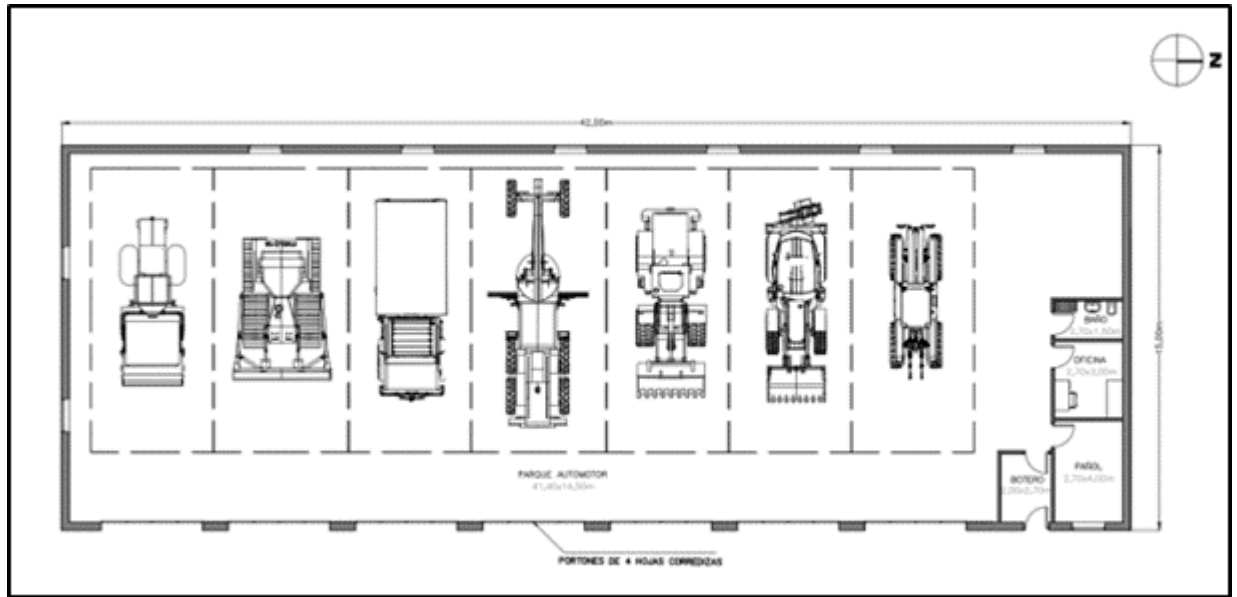


Figura 41: plano en planta del Parque Automotor

4.3.9.2 Descripción Específica

La edificación deberá contar con los siguientes locales que se detalla a continuación:

Planta Baja:

- UN (1) baño de dimensiones 2,70 x 1,50m.
- UNA (1) oficina con su respectivo mobiliario (escritorios, sillas).
- UN (1) Pañol de dimensiones 2,70 x 4,00 m.
- UN (1) Botero de dimensiones 2,00 x 2,70m.
- UNA (1) Estacionamiento para el aparcamiento de las máquinas viales.

Las máquinas viales que se encontrarán en el parque automotor, como se especificó anteriormente, serán las que se mencionan a continuación. Las mismas se utilizarán para realizar distintas tareas y, dependiendo del tipo de necesidades requeridas se optará por una y otra. Las mismas serán:

- Rodillo compactador
- Topadora
- Camión volcador
- Motoniveladora
- Pala cargadora
- Retroexcavadora
- Pala cargadora.

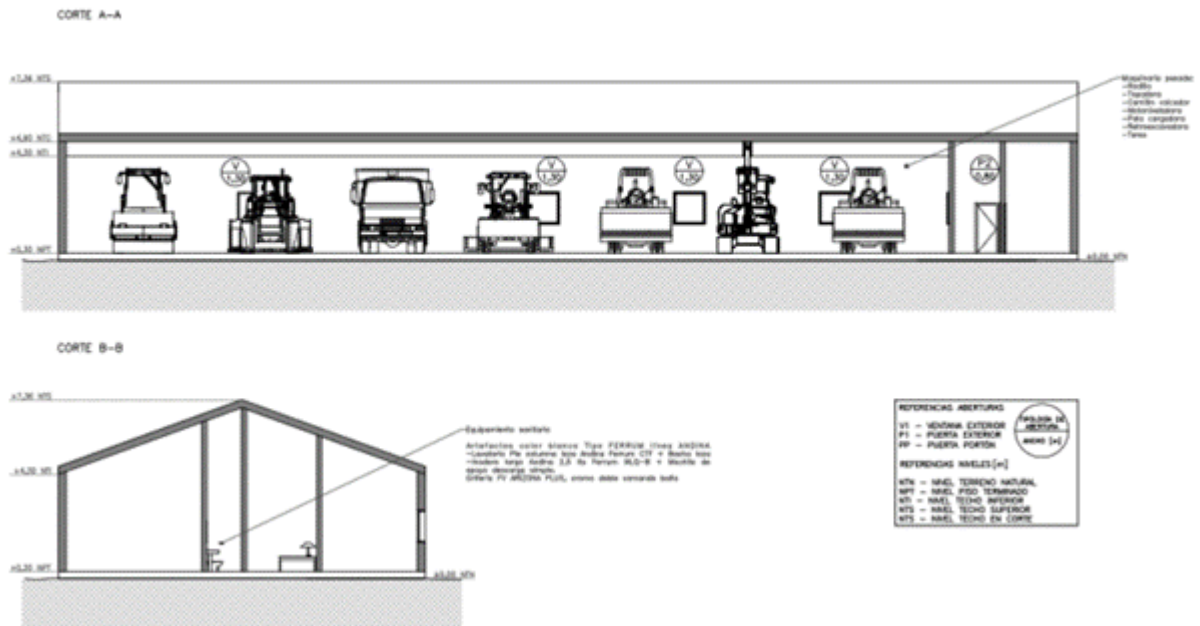


Figura 42: plano en corte del Parque Automotor

4.4 Zona Científica

4.4.1 Casa Principal

4.4.1.1 Descripción General

El laboratorio se ha proyectado como un anexo a la casa principal. Por tal motivo, este edificio continúa la línea de la Casa Habitación extendiéndola hacia el norte de la misma, sobre el borde de la plataforma superior del cabo Welchness. El edificio aplicará las mismas técnicas constructivas empleadas en la Casa Habitación. La estructura se montará en forma independiente, fundando la misma mediante pilotes et alumna manteniendo los niveles de la Casa Habitación. Aprovechando la diferencia de altura del suelo, se agregará una planta más por debajo del nivel de la Casa Habitación.

El laboratorio está proyectado con dos plantas. La planta superior, a nivel de la planta de la Casa Habitación, para albergar OCHO (8) laboratorios, y una planta inferior para alojamiento con DOCE (12) habitaciones con capacidad para VEINTICUATRO (24) personas en total y DOS (2) salas de 36m² cada una. El edificio ocupará una superficie mínima de 462m², lo que hace una superficie total de 924 m² aprovechables.

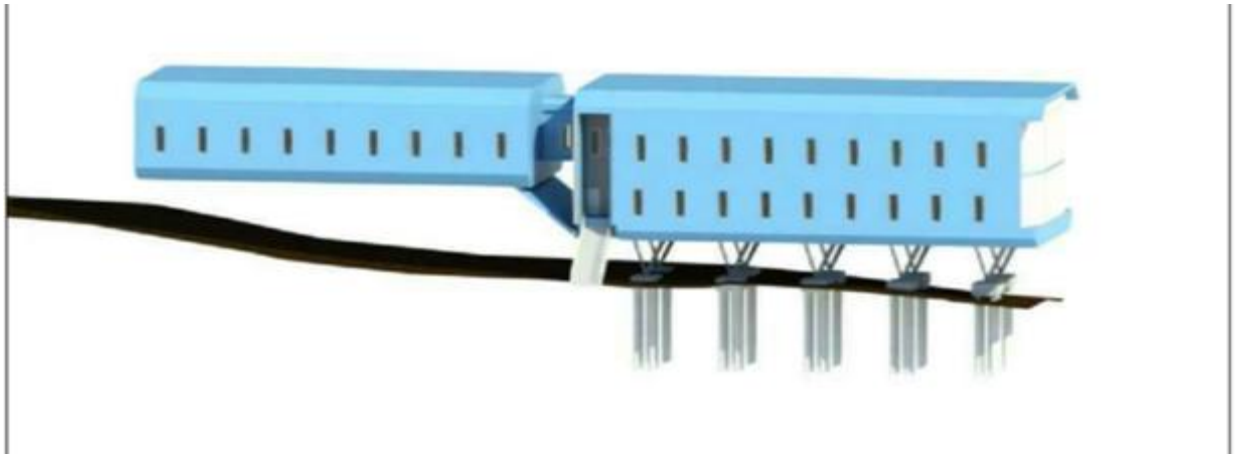


Figura 43: render de la estructura del Laboratorio

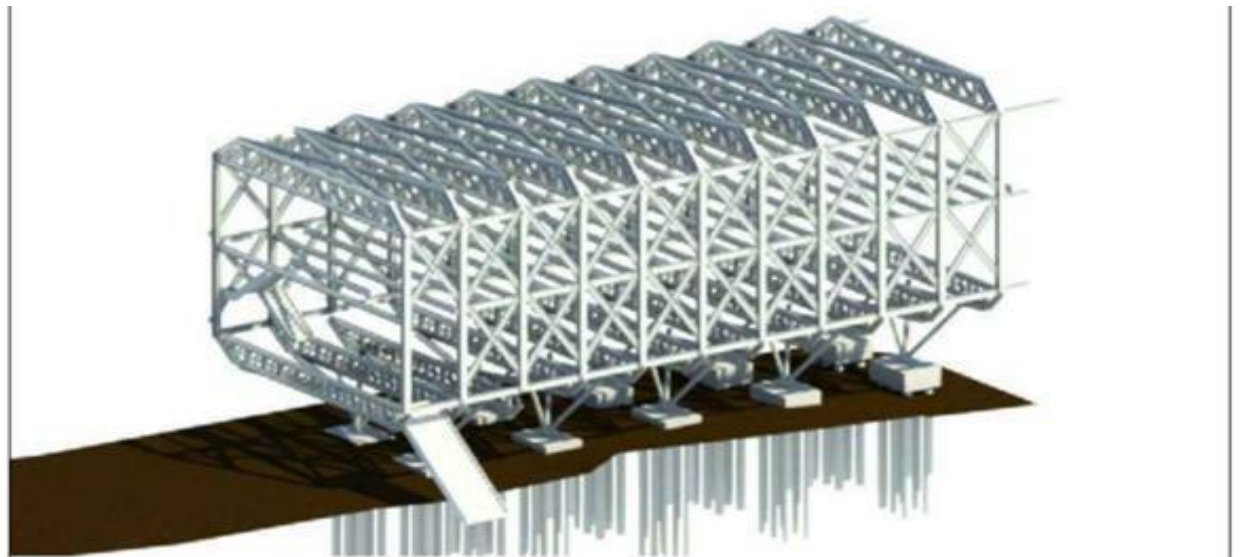


Figura 44: estructura del Laboratorio

4.4.1.2 Descripción Específica

La edificación deberá contar con los siguientes locales que se detalla a continuación:

Nivel 0:

DOCE (12) habitaciones dobles con baño privado de 3m x 6 m cada una,

UNA (1) sala de reuniones de 6 m x 6m.

UNA (1) biblioteca de 6m x 6m

UN (1) depósito, lavadero y botero de 3 m x 6 m cada uno de ellos

UNA (1) sala de estar de 3m x 14 m aproximados.

UNA (1) escalera de entrada y UNA (1) escalera de acceso al 1er piso

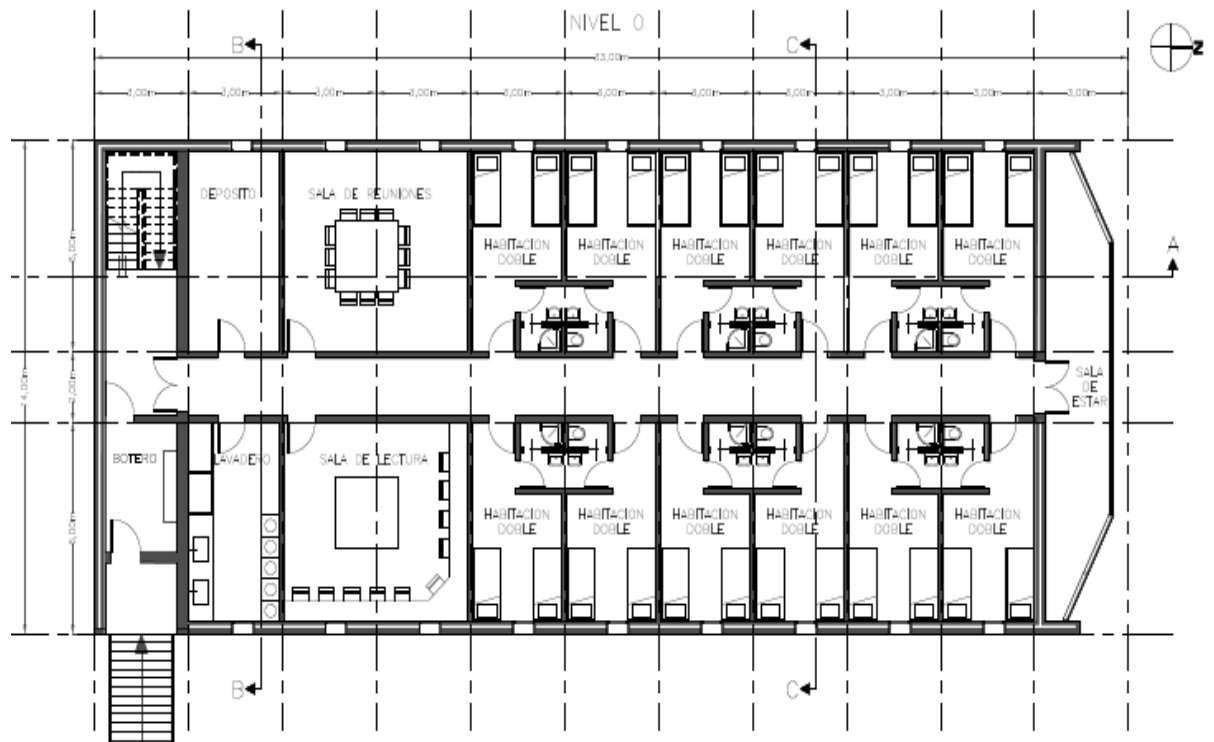


Figura 45: vista en planta del nivel 0 del Edificio de Laboratorios

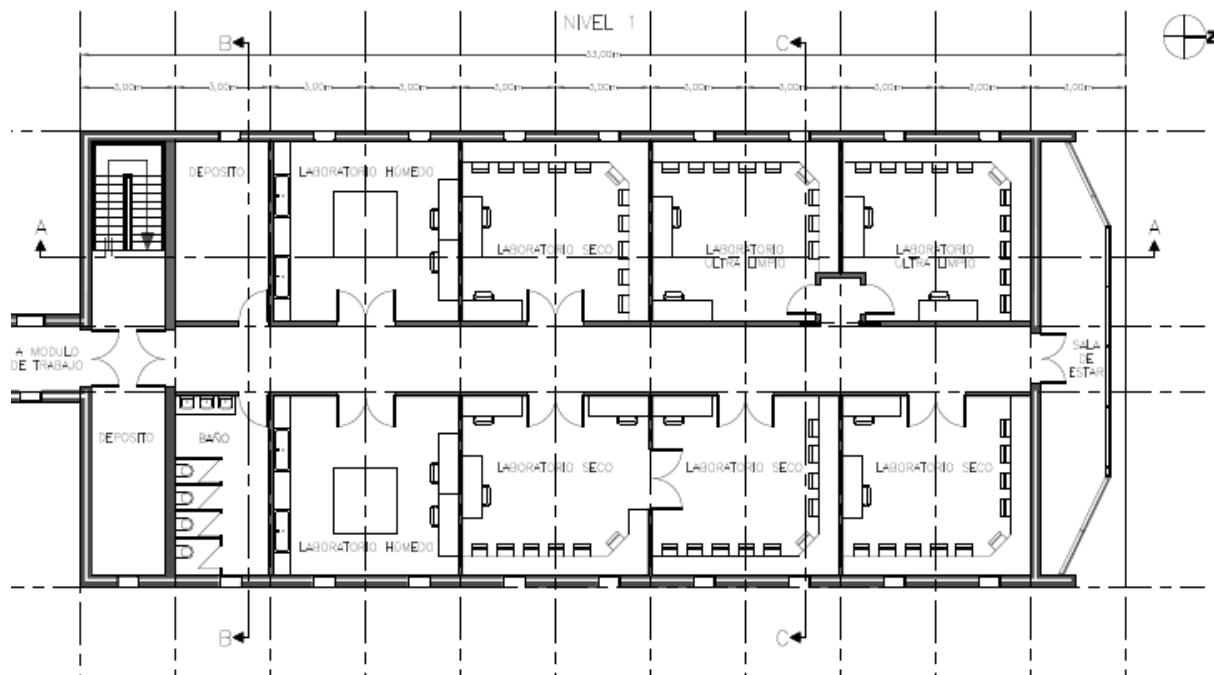


Figura 46: vista en planta de la Planta 1 del Edificio de Laboratorios

Primer Piso:

CUATRO (4) laboratorios secos de 6 x 6 m, equipados con su mobiliario correspondiente (silla, mesa comunitaria y escritorios perimetrales)

DOS (2) laboratorios ultra limpios de 6 x 6 m, equipados con su mobiliario correspondiente (silla, mesa comunitaria y escritorios perimetrales)

DOS (2) laboratorios húmedos de 6 x 6 m, equipados con su mobiliario correspondiente (silla, mesa comunitaria, escritorios perimetrales y especialmente bachas)

UN (1) depósito de 3 m x 6 m.

UN (1) baño general con sus respectivas divisiones.

UNA (1) sala de estar.

4.5 Detalles de construcción

Los edificios que se van a construir dispondrán de un sistema portante y de un sistema envolvente (al igual que la casa principal).

4.5.1 Estructura portante

Al igual que el sistema de fundación, el sistema de estructura portante y su respectiva conexión con la cimentación se deberá definir según ingeniería, habiéndose estudiado y planteado diferentes propuestas para la solución competente de la edificación. De igual manera, deberá no contaminar el medio, estar construida con materiales de bajo mantenimiento y con alta optimización en consumo eléctrico.

En todos los casos, se preverá actuar sobre la ejecución de una nueva estructura portante, cuyo objetivo será soportar las acciones ejercidas sobre ella y transmitir las hacia los cimientos. Como cuerpo principal, se tendrá una edificación principal, compuesta básicamente de manera panelizada con métodos de construcción en seco y con un sistema de estructura reticulada (perchas prefabricadas compuestas por perfilera de alma llena) símil Warren. La sección superior será una cubierta inclinada. Este sistema, deberá presentar una forma transversal rectangular. El arriostamiento de las estructuras que soportan los muros y cubiertas se podrán realizar por medio de cruzamientos colocados a una cierta distancia. Este sistema reticulado constará de perfiles de acero con recubrimiento exterior galvanizado, unidas en sus extremos con nudos rígidos.

El esqueleto estará presente de manera que sea envuelto por las paredes que dan con el exterior, que serán sujetas mediante tornillos autorroscantes de acero inoxidable a perfiles estructurales galvanizados (correas). Dimensiones, distancias y características entre estos elementos se indicarán de manera correspondiente en planos de proyecto. Se preverá utilizar perfiles de chapa plegada galvanizada de espesores ángulos, caños tubulares y/o redondos como rigidizadores.

Una vez elegidos los materiales de construcción, se deberá prever la solución de los inconvenientes básicos presentes de estos elementos:

- Corrosión (pintura, etc.).

- Protección contra incendios (paneles de protección frente al fuego, etc.).
- Flexión lateral o pandeo por ser un elemento esbelto sujeto a efectos de ser sometido por una sollicitación de compresión.
- Mantenimiento.
- Necesidad de mano de obra especializada para el montaje, por ejemplo, en uniones soldadas, resultando en el nivel de la rigidez del conjunto.

El cálculo de cada estructura correspondiente al proyecto se emplea basándose en las correspondientes normativas vigentes, estableciendo las acciones actuantes sobre la obra, definiendo elementos estructurales y detallando dimensiones, alturas, luces, disposición, entre otros. Se preverá complementar con la elaboración de uno o más modelos de cálculo con software ajustados al comportamiento real de la obra en segundo orden con la obtención de esfuerzos de tensiones y desplazamientos para comprobar estados límites últimos y de servicio.

El sistema de conexión entre la cimentación y la estructura portante en sí, se compone de un sistema tripoidal invertido de perfiles tubulares cilíndricos (soportes) de acero galvanizado estructural ASTM A633 Grado E con recubrimiento externo epoxi y de poliuretano acrílico en diferentes capas o bien un recubrimiento suficiente para resistir los efectos anteriormente expuestos. Estos soportes tienen como objetivo ser capaces de soportar vientos de velocidades máximas, bajas temperaturas y los efectos de posibles terremotos y ciclos de congelamiento y descongelamiento del suelo antártico. Este sistema triodético de direcciones en multipuntos a la estructura, permite contrarrestar el movimiento del suelo. Estos tres soportes se unen en un perfil compuesto, una sección central conformada por la unión entre dos perfiles abiertos laminados en frío en forma de “U”, conectados generando un único perfil cerrado cuadrado. Rigidizados sobre las aristas del tronco, se tendrán placas a 90º, o perfiles ángulo, fraccionado con una forma triangular con su lado mayor sobre la base, que distribuirán las cargas de este perfil central hacia dicha superficie, aquella que se conecta directamente con la placa de anclaje.

La perfilería debe de unirse a la estructura portante mediante bulonería y/o soldadura; este sistema deberá ser justificado detallando características, cálculos de dimensionamiento, al igual que el sistema de fundación en su totalidad. En cuanto a métodos de unión, para la soldadura sin/ con material de aporte se deberá describir el tipo de equipo a utilizar, elementos de seguridad y material de aporte con sus respectivas características, así como también respecto a su cordón de soldadura; verificando que, además de lo anterior, el método de ejecución y materiales afines sean aprobados por normativa ISO 11611; ISO 9150; ISO 9151; Código de soldadura ASME; Código de soldadura API, Código de soldadura AWS D1.1, Reglamento CIRSOC 301/301-EL, Reglamento CIRSOC 304, Reglamento CIRSOC 305, etc. para soldadura del tipo estructural.

4.5.2 Sistema envolvente

Cada uno de los edificios deberá presentarse con descripción de su comportamiento frente a las acciones a las que estará sometido, siendo estas:

- Solicitaciones: peso propio, viento, sismo, sobrecargas de nieve, sobrecargas de uso, entre otras.
- Acción frente al fuego.
- Seguridad de uso.
- Evacuación de agua.
- Nivel de impermeabilidad de materiales utilizados y comportamiento frente a la humedad.
- Aislamiento acústico.
- Durabilidad frente a acciones atmosféricas y aislamiento térmico; entre otros.

Se deberá tener en cuenta que aquellos materiales aislantes a utilizar en el sistema constructivo deberán verificar en su conjunto que los cerramientos tengan un coeficiente de transmitancia térmica K menor a la máxima admisible para el nivel de confort y las condiciones de invierno o verano determinados, según norma.

4.5.3 Cerramiento exterior

El cerramiento exterior deberá estar compuesto por panelería aislante inyectada en poliuretano de alta densidad de distintos espesores revestidas con chapa galvanizada prepintada en ambas caras; junto a ello, la provisión de todos los accesorios de colocación necesarios para la materialización de la obra de panelería para el correcto montaje. Se considera, además, la provisión de panelería en lana de roca, de manera de conseguir una adecuada seguridad del personal en caso de incendio.

La panelería modular para muros perimetrales, muros divisorios y cielorrasos será inyectada en polisociuranato (PIR) de alta densidad libre de CFC y HCFC, con una densidad de 36-38 kg/m³ y un coeficiente de transmisión de 0,20 W/m²·x°C; recubiertos con láminas de chapa galvanizada prepintada o un multilaminado de fibra antideslizante, según sea el caso, recubrimientos que no se degradan con el paso del tiempo y no absorben humedad ni olores.

La panelería es del tipo frigorífica con encastre machihembrado, sellada con espuma poliuretánica en las uniones de un panel con otro para conformar un cierre totalmente hermético, el que impide el desarrollo de parásitos, hongos y mohos. Este sellado forma una estructura de bloque junto con los elementos de correas y vigas que impide el ingreso de aire desde el exterior, y las pérdidas de calor desde el interior.

Se deberá utilizar perfilera en chapa galvanizada en distintos calibres, pintada al horno, como elemento de sujeción no estructural, elemento de terminación, materialización de pre-marcos, y chaperías de cierre en todos aquellos lugares donde el poliuretano quede a la vista. Los accesorios de fijación de cielorrasos y muros del tipo hongo plástico deberán evitar transferencias térmicas, desde el interior al exterior y viceversa. Los hongos plásticos con varillas roscada se utilizarán para sujeción de paneles de muros a correas perimetrales, y los hongos plásticos con kit tensa cable, para colgar los paneles de cielorraso a la estructura secundaria de cubierta.

En cuanto a los accesorios de perfilería, se deberá utilizar perfilería de sujeción y/o terminación en chapa galvanizada calibre #18 plegada, pintada al horno, del tipo U, L, Omega o T para realizar los encuentros muro-muro, muro-cielorraso, cielorraso-cielorraso, y premarcos o terminaciones especiales en donde el poliuretano queda a la vista. Se utilizará perfilería de terminación en chapa galvanizada calibre #18, pintada al horno, plegada en forma de L, para todos los vértices exteriores de la planta, tanto verticales como horizontales, encuentro muro-muro, encuentros cielorraso-muro. Y finalmente, perfilería de aluminio cuarto caña, color blanco, como encuentro sanitario, para todos los encuentros en los vértices muro-muro y cielorraso-muro en los ambientes interiores sanitarios, o ambientes donde se realizan actividades de cocina y preparación de alimentos, para permitir la higiene de estos.

Para los accesorios de tornillería, se consideran tornillería auto perforante, de cabeza hexagonal, punta N.º 2, en 3" / 4" / 5", fijaciones del tipo directa UX para fijaciones al concreto, remaches tipo POP para fijaciones de perfilerías al panel, etc.

Mediante un estudio de ingeniería correspondiente a la orientación de los paneles solares, se obtendrá el tipo de terminación exterior de la panelería sándwich. Esto se debe a que, de ser necesaria la ubicación de los paneles solares sobre la superficie de la fachada, estos deberán contar con una terminación específica que permita su anclaje.

4.5.4 Parámetros de embalaje y Transporte

El sistema modular es transportable por medio marítimo mediante contenedores de 20 pies. La carga será protegida con embalajes y con sujeciones del tipo estrobo (eslinga) aptas para el izamiento o transporte y espacios en cada lateral para alojamiento de horquillas de auto elevadores, de dimensiones y distancia entre centro normalizadas.

Las dimensiones de embalaje no podrán sobrepasar las dimensiones de un contenedor de 20 pies. El peso máximo estará en función de la capacidad de transporte de las grúas del buque (12.000 kg con el brazo de grúa totalmente desplegado; despliegue aproximado de 16 m, totalidad de la manga).

Todos los materiales por utilizar deberán resistir las temperaturas extremas, los vientos con contenido de sales propios por estar próximo al mar y ser aptos para el manipuleo de carga, descarga y estiba. Cada embalaje deberá estar identificado y con un listado adjunto del contenido en cada uno. Los embalajes admitirán el desarme y posterior rearmado a fin de poder realizar el control, verificación de los materiales a recibir.

4.5.5 Ingeniería y Técnicas de Construcción

En cada caso se realizará la adecuación de los niveles del terreno de la obra a construir, terminaciones y a los perfiles de está, generando el correcto acondicionamiento del sector a trabajar, sin posibilidad de generación de derrumbes ni posibles inundaciones por escorrentía, para poder efectuar las tareas subsiguientes como es el replanteo. Luego, se efectuará el movimiento de suelos necesario para el correcto funcionamiento de las máquinas de trabajo y aportando el suelo necesario para los rellenos. En ambos procedimientos se aplicarán las normas

IRAM y el aporte de las Normas de Vialidad Nacional (Argentina). Los movimientos de suelos se extenderán a un área similar a la establecida para la limpieza.

La terminación de terraplenes y desmontes deberá de ser uniforme y llana, conforme a los niveles estipulados en los planos referentes de obra. Se establece una tolerancia en el orden máximo de 1 cm en áreas de construcción y de 3 cm en áreas ajenas. Las excavaciones podrán ser ejecutas a mano o a máquina. En el último caso, estas deberán tener una distancia máxima de 30 cm de lejanía respecto a la excavación final, perfilando los últimos 30 cm a mano.

Respecto a las fundaciones, una vez terminadas los espacios vacíos serán rellenados con capas sucesivas de como mínimo 20 cm de espesor. En caso de ser necesaria la ejecución de zanjas de conducción, el relleno se ejecutará con la debida compactación. Todo movimiento de suelos deberá ser inspeccionado periódicamente y se deberá extraer y/o eliminar aquel material suelto carente de sentido o inseguro en la obra.

Para la ejecución de la edificación se deberá seguir los lineamientos que el siguiente proceso constructivo describe, de carácter genérico:

- Se deberá comenzar las tareas preliminares correspondientes para poder realizar la fundación. Una vez realizada esta, como tercer paso, se deberá ejecutar el sistema de perfilería en trípode, conexión entre las fundaciones y la estructura de la edificación, la cual permitirá elevar la edificación alrededor de 4 m, con el fin de evitar la acumulación de nieve en la parte inferior de la edificación.
- Se deberá proseguir con la estructura de la edificación, la cual estará compuesta por un sistema de estructura reticulada (cerchas prefabricadas) en sección superior e inferior, vinculados mediante pilares en las caras externas. El arriostramiento de las estructuras se podrá realizar por medio de cruzamientos colocados a una cierta distancia.
- Esta estructura se recubrirá con paneles sándwich del tipo PIR/PUR, generando un muro con una excelente aislación y resguardo de los vientos; debiendo asegurar que cada inicio de obra continúe hasta su cerramiento total (Nota: los espesores de los paneles están en estudio). A tal efecto, se puede prever el empleo de muros provisorios para asegurar el avance de los trabajos con la debida seguridad estructural en función a las características meteorológicas propias de la Antártida.
- Una vez finalizado el cerramiento exterior, se deberá comenzar a edificar en su interior bajo condiciones climáticas controladas. Es tal que se continuará con la construcción de todas las subdivisiones internas con sus correspondientes instalaciones y mobiliarios.

4.5.6 Requerimientos y metodología de los cimientos

Este sistema tendrá como objetivo transmitir las cargas hacia el suelo, ser compatible con el ambiente y presentar características estructurales suficientes. Se plantearán sistemas de cimentación en profundidad, superficiales, entre otros; así como también la posibilidad de utilizar combinaciones de estos y/o la implementación de aditivos que aporten propiedades necesarias para complementar el sistema seleccionado.

El mismo deberá presentar un sistema de regulación relativa de altura afín a la cimentación escogida, o bien en su conexión con la estructura portante, que permita alargar la vida útil del edificio, su mantenimiento y preserve la rigidez consolidada respecto a los efectos degenerativos del clima, efectos de asentamiento en el tiempo y de posibles sismos, según Reglamento CIRSOC 101 INPRES y 103 (definiéndose aceleración de la gravedad y zona sísmica comparable, además de verificarse los valores de sollicitaciones para el sistema de anclaje a constatar por la Dirección de Obra a cargo de Comando Conjunto Antártico). En caso de que no se necesite un sistema regulable de altura, deberá ser justificado mediante un estudio apropiado de mecánica de suelos.

La fundación se deberá basar en una base apoyada sobre el techo del suelo permafrost, esta deberá estar fijada a través de un sistema de cimentación en profundidad como anclajes, pilotines o un sistema afín a los anteriores. La sujeción mediante este sistema subterráneo deberá ser suficiente para que no se produzca el arrancamiento y ofrecer las propiedades de soporte. Comenzando desde arriba hacia abajo: el sistema de conexión con la estructura portante deberá apoyar sobre una placa metálica cuadrada de anclaje de 90 x 90 cm.

La fundación estará enterrada como mínimo 1,50 m por debajo del nivel de terreno nivelado, superando el nivel de permafrost activo; el objetivo será anclarse al nivel/ zona de suelo firme/ efectivo. El pozo que contiene a la fundación deberá de ser rellenado con material del lugar o aquel admisible por las normas del Tratado Antártico y aditivos de cohesión de ser necesarios, que aporten cargas que contribuyan a la anulación del efecto del arrancamiento.

El área estudiada corresponde a la zona de implantación del edificio.

Se realizarán en el mismo la cantidad de perforaciones por normas vigentes establecidas, extendiendo las exploraciones hasta la profundidad adecuada, conforme al sistema de fundaciones, tipo de estructura, a las condiciones hidrológicas superficiales y subterráneas y a las características geocriogénicas y geológicas del perfil del terreno que desde el punto de vista técnico sea conveniente adoptar.

Según resultados del estudio de laboratorio de suelos se obtendrá, el grado de compacidad de los diferentes estratos, la composición de cada uno de ellos y determinar la presión vertical de hundimiento mediante la expresión de Brinch-Hansen. Por lo tanto, se verificará la resistencia media y se estimará la respectiva tensión admisible.

Las dimensiones de las fundaciones dependerán según el tipo propuesto, de la carga total del edificio y la resistencia del suelo. La cota de fundación deberá verificar el valor soporte del terreno, y estará ubicada a una profundidad libre de la influencia de las heladas y/o deslizamiento del terreno. Como mínimo deberá presentar una penetración en el nivel de suelo permafrost permanente de 1,50 m, considerando una sección de capa activa superior de 0,90 m.

Las instalaciones serán implantadas en la zona central de la base mediante diferentes tipos de fundaciones. Las fundaciones que se emplearán son (Tabla 13):

- Bases aisladas con anclajes químicos.
- Zapatas aisladas o combinadas.

- Platea con Zapatas aisladas o combinadas
- Vigas encadenadas con zapatas

Se prevé instalar este tipo de fundaciones por cada edificio a construir:

Tabla 13: listado de fundaciones a utilizar

Nro.	Edificio	Tipo de fundación a emplear
1.	Casa principal	Base con anclaje químico
2.	Laboratorio científico	Base con anclaje químico
3.	Casa de emergencia	Base con anclaje químico
4.	Terminal de pasajeros	Platea con zapatas (sector terminal y oficinas) Viga de encadenado con zapatas (sector autobomba)
5.	Usina principal	Platea con zapatas, refuerzo en zona de generadores Viga de encadenado con zapatas
6.	Usina de emergencia	Platea con zapatas, refuerzo en zona de generadores Viga de encadenado con zapatas
7.	Terminal portuaria	Platea con zapatas
8.	Hangar existente	Platea con zapatas
9.	Hangar MI-17	Platea con zapatas
10.	Alojamiento de Emergencia / Gimnasio	Platea con zapatas (sector gimnasio, sanitario y gradas) Viga de encadenado con zapatas (sector cancha)
11.	Planta de tratamiento cloacal	Platea con zapatas
12.	Terminal de cargas y depósito DNA	Viga de encadenado con zapatas
13.	Parque automotor	Platea con zapatas Viga de encadenado con zapatas
14.	Talleres	Platea elevada con zapatas Viga de encadenado con zapatas
15.	Obrador	Zapatas aisladas y combinadas
16.	Depósito de víveres	Platea con zapatas

4.5.6.1 Bases aisladas con anclaje químico

La fundación estará basada en bases apoyadas sobre el techo de la capa permanente del permafrost. Dicha fundación tiene distintos componentes, la estructura correspondiente a la casa

descargará sobre dos perfiles puestos en forma de cruz en la superficie superior de la base de fundación, la cual se proyecta con un área aproximada de 4 m². Esta estará apoyada sobre el final de la capa activa del permafrost para evitar el movimiento de esta por los ciclos de hielo y deshielo que se producen en este tipo de suelo. Luego desde la base antes mencionada, se colocarán un número de varillas roscadas, perforando como mínimo un metro de profundidad la capa permanente para así evitar el vuelco y arrancamiento, utilizando un anclaje químico para mejorar la fricción de las anclas con el suelo que tiene la particularidad de ser poco cohesivo.

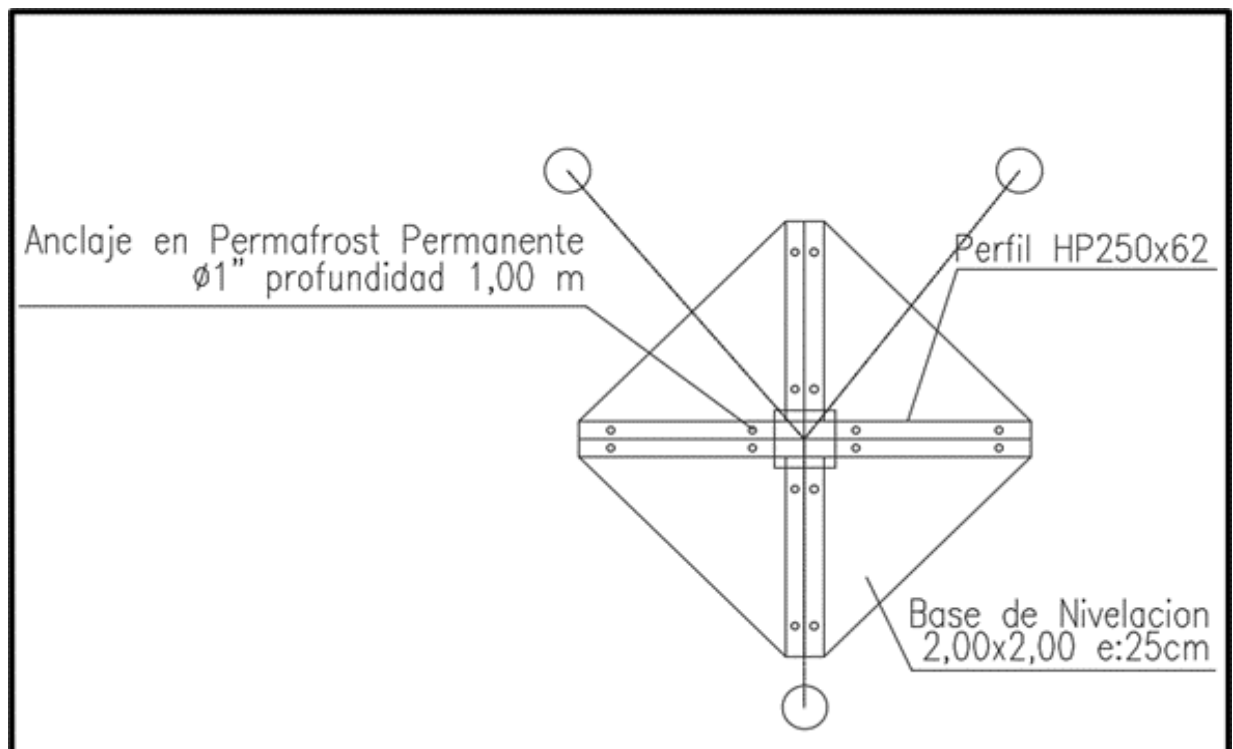


Figura 47: vista en planta de la fundación con anclaje químico

Ubicación

- Casa principal.
- Laboratorio científico.
- Casa de emergencia.

Metros cuadrados (superficie ocupada por las bases)

- Casa principal: aproximadamente 184 m².
- Laboratorio científico: aproximadamente 40 m².
- Casa de emergencia: Aproximadamente 40 m².

Material por utilizar

- Hormigón armado (peso específico, 2.500 kg/m³)
- Perfil HP 250.

- Varilla roscada de $\varnothing 1''$.
- Anclaje químico tipo HILTI HIT 200 R o FISHER FIB SB.

4.5.6.2 Zapatas aisladas o combinadas

Las zapatas trabajarán a compresión, por carga vertical, según el estrato en el que esté ubicado en el suelo permafrost y se colocarán de manera simétrica por debajo de la estructura con una distancia equivalente entre sí. La profundidad de esta fundación se verá modificada en función del nivel en el que se encuentre el techo de la capa de permafrost permanente o bien donde termine la capa activa del mismo, donde ocurre la expansión y contracción del suelo. Su principal objetivo será desviar las cargas hacia el lecho fundante de capa permanente de permafrost que actúa como un hormigón. Las fundaciones aisladas resultan del ensanchamiento del extremo inferior de las columnas en el plano de apoyo sobre el suelo de modo de distribuir las presiones de contacto con este y asegurar la estabilidad de la superestructura. En caso de ser conectadas la totalidad de las zapatas o algunas seleccionadas deberán estar unidas en su base mediante una viga de hormigón armado para evitar el volcamiento que puede llegar a ocurrir, otorgando estabilidad en conjunto y originando un momento flexor opuesto al producido por las cargas externas.

Esta cimentación, deberá ser verificada al deslizamiento, volcamiento, hundimiento, arrancamiento y capacidad de carga, cuyo objeto; entre otras cosas, será salvar los efectos perjudiciales originados por el sedimento parcializado del sistema de fundación seleccionado, dados por la heterogeneidad del suelo o la diferencia de solicitaciones.

Ubicación

- Obrador (aisladas y combinadas)

Metros cuadrados

- Obrador: aproximadamente 170 m².

Material por utilizar

- Hormigón armado (peso específico, 2.500 kg/m³)

4.5.6.3 Platea con Zapatas aisladas o combinadas

Esta fundación se deberá componer de una superestructura en combinación de una platea con zapatas trabajando en grupo, esta platea actuará como un plano rígido para repartir de una manera uniforme sobre el terreno y las zapatas. En caso de que la carga de una sección o secciones puntuales sean lo suficientemente grandes como para ocasionar esfuerzos que pongan en riesgo la estabilidad de la platea existe la posibilidad de aumentar el espesor de la losa en esas zonas localizadas. La tipología de zapata será como la antes descrita (Figura 99).

Existe también la posibilidad de elevar la platea del nivel del suelo disponiéndola por sobre vigas de encadenado también suspendidas para fomentar la corriente del viento y arrastramiento de nieve por debajo de la estructura, evitando así el acumulamiento de esta última. Como antes

mencionado en el tipo de fundación con zapatas, la estructura deberá ser verificada ante las mismas solicitaciones.

Ubicación

- Terminal de pasajeros (sector de autobomba)
- Usina principal
- Usina de emergencia
- Hangar existente
- Hangar MI-17
- Alojamiento de Emergencia / Gimnasio (sector de gimnasio, sanitarios)
- Planta de tratamiento cloacal
- Talleres

Metros cuadrados

- Terminal de pasajeros: aproximadamente 75 m².
- Usina principal: aproximadamente 318 m².
- Usina de emergencia: aproximadamente 44 m².
- Hangar existente: aproximadamente 815 m².
- Hangar MI-17: aproximadamente 930 m².
- Alojamiento de Emergencia / Gimnasio: aproximadamente 495 m². No obstante, se ha tenido en cuenta lo observado y se ha decidido reducir el tamaño de esta instalación quitando las gradas y butacas. (Ver Anexo 15 - Nuevo Plano de planta del Alojamiento de Emergencia / Gimnasio). El rediseño reduce el tamaño del edificio en 117m², de 863,25 m² a 745,92 m².
- Planta de tratamiento cloacal: aproximadamente 603 m².
- Talleres: aproximadamente 473 m².

Material por utilizar

- Hormigón armado (peso específico, 2.500 kg/m³)

Vigas de encadenado con Zapatas

Esta fundación se deberá de componer de zapatas trabajando en grupo, utilizando vigas de encadenado para unir estas, trabajando así en conjunto; evitando momentos volcadores y de arrancamiento producidos por las cargas puntuales que derivan en los troncos de las zapatas. Las dimensiones de estas vigas dependerán del cálculo estructural de los momentos volcadores a salvar entre zapatas. La tipología de zapata será como la antes descrita. Las vigas de encadenado

serán utilizadas principalmente a lo largo del perímetro de la estructura, dispuestas para recibir las cargas de los muros y alumnas de esta, pudiendo también combinarse esta tipología con una platea dispuesta por sobre este encadenado perimetral. Como la tipología de fundación con zapatas deberá ser verificada ante las mismas sollicitaciones antes mencionadas (Figura 100).

Ubicación

- Terminal de pasajeros (sector terminal y oficinas)
- Alojamiento de Emergencia / Gimnasio

Metros cuadrados

- Alojamiento de Emergencia / Gimnasio: aproximadamente 375 m². No obstante, se ha tenido en cuenta lo observado y se ha decidido reducir el tamaño de esta instalación quitando las gradas y butacas. (Ver Anexo 8 - Infraestructura auxiliar). El rediseño reduce el tamaño del edificio en 117m², de 863,25 m² a 745,92 m².
- Terminal de pasajeros: aproximadamente 604 m².

Material por utilizar

- Hormigón armado (peso específico, 2.500 kg/m³)

4.5.7 Estudios de Suelo para la Construcción de la Casa Principal

Se realizaron estudios con la finalidad reconocer las propiedades físicas y mecánicas del terreno en donde se construirá la obra de referencia, a fin de determinar la probable cota y tipo de fundación para la citada construcción. Se ha proyectado la construcción de la Casa Principal Modular Habitacional de la base, con estructura metálica de una planta, con cargas máximas por apoyo de alrededor de 50 toneladas en compresión y 25 toneladas en tracción.

Prueba del comportamiento de los químicos para los anclajes en bajas temperaturas:

Se expusieron los distintos químicos a utilizar para los anclajes, a la temperatura ambiente en la base, a los fines de evaluar cualitativamente el comportamiento de estos.

Tabla 14: evaluación y comparación entre los distintos químicos a utilizar

Tiempo (H)	Adhesivo: FISHER FIS SB			Adhesivo: Hilti HIT HY 200 R			Adhesivo: Hilti HIT RE 500 V3		
	Gelificación	Fraguado	Temperatura (°C)	Gelificación	Fraguado	Temperatura (°C)	Gelificación	Fraguado	Temperatura (°C)
01:00	No	No	-4,7	No	No	-5,2	No	No	-5,2
02:00	No	No	-4,7	No	No	-5,1	No	No	-5,1
03:00	-	-	-	No	No	-4,7	No	No	-4,7
04:00	Si	No	-4,8	Si	No	-4,7	No	No	-4,7
05:00	-	-	-	Si	No	-4,7	No	No	-4,7
12:00	Si	Si	-4,7	Si	Si	-4,7	Si	No	-4,7
21:30	-	-	-	-	-	-	Si	Si	-8,5

Trincheras en el permafrost activo:

Se realizaron SIETE (7) trincheras para identificar el horizonte de permafrost permanente y el perfil geotécnico del permafrost activo. Las mismas se designan T1, T2, T3, T4, T5, T6 y T7. En general los perfiles T1 a T6 se caracterizan por la presencia de un estrato superficial de material granular mal graduado, primero congelado y luego sin presencia de hielo (Permafrost activo), finalmente se alcanza el permafrost permanente. En el perfil T7 se encuentra material granular producto de la meteorización de la roca, pero sin presencia de hielo. Los perfiles encontrados en cada trinchera se pueden observar a continuación (Figuras 47 y 48).



Figura 48: ubicación de los puntos de muestreos.

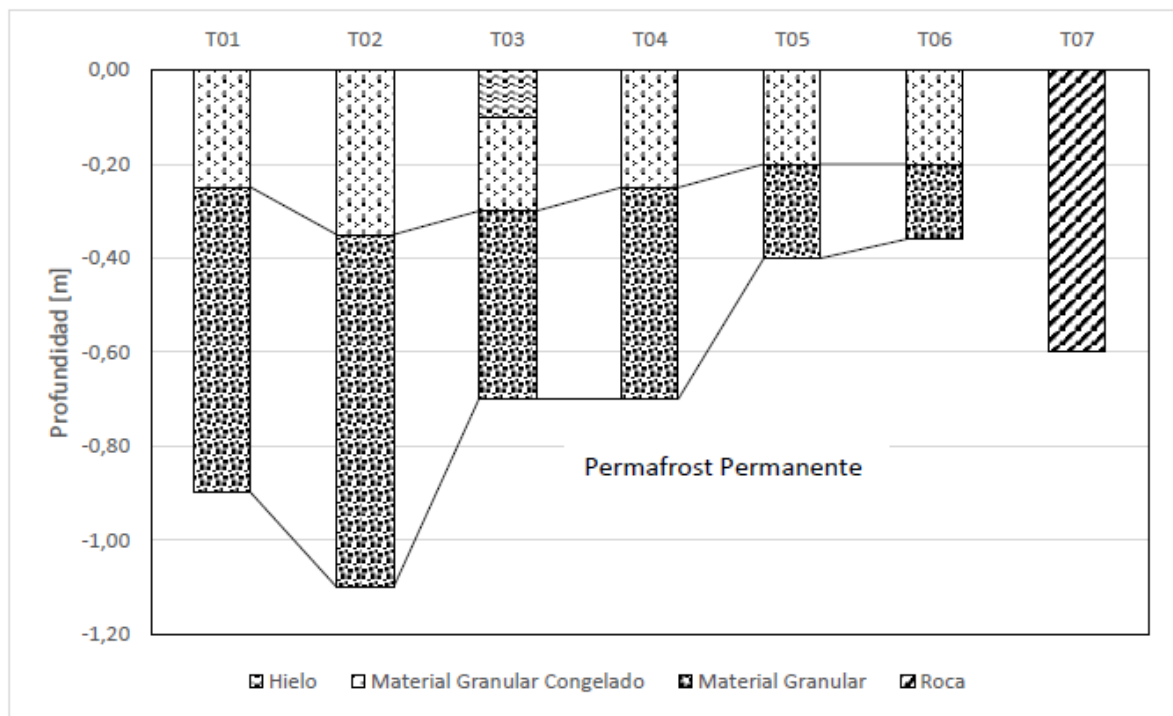


Figura 49: características de cada uno de los sitios muestreados.

Ensayos de tracción de anclajes en permafrost:

Se realizaron OCHO (8) perforaciones de 25 mm. de diámetro con martillo roto percutor eléctrico marca Hilti TE 70 de profundidades variables en la zona donde se posicionará la estructura y puntos de interés. Las perforaciones fueron realizadas con barrido de aire comprimido y limpieza final a los fines de retirar el material suelto y el polvo para evitar disminución de la adherencia de los adhesivos epoxi.

Tabla 15: evaluación y comparación entre las distintas trincheras con los distintos anclajes químicos para realizar ensayos de tracción (Pullout).

Trinchera	Varilla	Coordenadas	Long. Del anclaje [m]	Tipo de Varilla	Temp. amb. [°C]	Temp. Permafrost [°C]	Adhesivo
T01	V1	63°28'38.38"S 56°13'33.34"O	1,45	Varilla Roscada	-16,5	S/D	FISCHER FIS SB
T02	V2	63°28'40.66"S 56°13'32.80"O	0,80	Varilla Roscada	-8,8	-4,2	HILTI HIT RE 500 V3
T02	V3	63°28'40.66"S 56°13'32.80"O	1,55	Varilla de const.	-8,8	-4,7	HILTI HIT HY 200 R
T03	V4	63°28'41.75"S 56°13'34.04"O	1,60	Varilla Roscada	-17,5	S/D	HILTI HIT HY 200 R
T04	V5	63°28'42.96"S 56°13'33.96"O	1,65	Varilla Roscada	-17,5	S/D	HILTI HIT HY 200 R
T05	V6	63°28'44.01"S 56°13'34.62"O	1,55	Varilla Roscada	-21,1	-5,7	HILTI HIT HY 200 R
T06	V7	63°28'44.94"S 56°13'33.21"O	1,50	Varilla de const.	-20,5	-5,2	FISCHER FIS SB
T07	V8	63°28'50.49"S 56°13'40.60"O	0,70	Varilla Roscada	-20,5	-0,8	FISCHER FIS SB

En dichas perforaciones fueron ancladas varillas roscadas de acero SAE 1040 y 2 varillas de construcción con rosca en un extremo, de 25 mm de diámetro con los distintos anclajes químicos a los fines de realizar ensayos de tracción en los mismos (Pullout). Para realizar dichos ensayos se utilizó un gato hidráulico y una viga apoyada en un punto fijo en un extremo y en el gato hidráulico en el otro, tal como se muestra en el esquema que sigue:

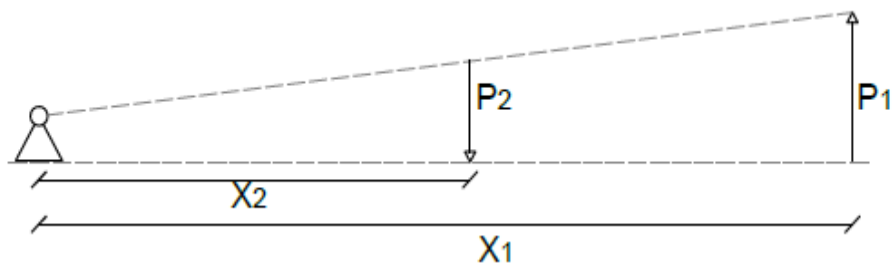


Figura 50: Ensayo de tracción.

Ensayos de plato de carga:

Se realizaron CUATRO (4) ensayos de plato de carga vertical en el techo de permafrost permanente, designados como PC1, PC2, PC3 y PC4. La metodología empleada siguió las recomendaciones generales de la Norma UNE 103808:2006. El diámetro del plato de carga es de 300 mm. El sistema de referencia se ancló a más de 1,00 metro del plato.

Perforaciones con broca diamantada:

Se realizaron TRES (3) perforaciones con broca de diamante de 100 mm de diámetro, designados como MD01, MD02 y MD03. De las mismas se extrajeron muestras del permafrost permanente, para confirmar la continuidad de los perfiles y realizar determinaciones y clasificación en laboratorio. Las perforaciones alcanzaron una profundidad de 1,00 m a partir del fondo de las trincheras, es decir, a partir del techo del permafrost permanente.

Trabajos realizados en laboratorio:

Sobre las muestras extraídas se realizaron los siguientes ensayos y determinaciones:

Granulometría

Pasante tamiz 200

Los valores obtenidos se indican en las planillas correspondientes.

Trabajos de Gabinete:

Se han realizado planillas y gráficos de los ensayos de Laboratorio, se han evaluado sus resultados, y se han estudiado posibles sistemas de fundación para la obra mencionada con el objeto de formular las recomendaciones de este Informe.

4.5.8 Descripción y propiedades mecánicas de los estratos

Geológicamente, este sector de la isla Dundee está compuesto por dos unidades de rocas sedimentarias del Triásico y Cretácico Inferior. Durante los periodos de bajamar, a lo largo de la zona costera, se exponen sedimentitas marinas de grano fino, pertenecientes al Grupo Trinity Península de edad Triásica. El paquete sedimentario del Cretácico Inferior forma parte del relleno

de la cuenca Larsen (del Valle et al. 1997). Está formado por sedimentitas clásticas marinas de grano fino, bien consolidadas, expuestas en la parte ESE del cabo Welchness, donde afloran cerca del límite oriental de la morrena lateral. Complejos depósitos glaciares y fluvio-glaciares, depositados desde el Pleistoceno Superior hasta el presente, completan la sucesión estratigráfica.

En general se pueden distinguir tres unidades geomorfológicas de carácter propio:

- 1) planicie inferior fluvio-glacial
- 2) terraza de la morrena del fondo
- 3) cordón de la morrena lateral del glaciar Rosamaría.

Litológicamente, los depósitos morrénicos son cuerpos diamictíticos compuestos por clastos, formados en su mayor parte por material sedimentario cretácico local junto a grandes bloques erráticos. Su composición granulométrica comprende desde gravas gruesas hasta arena y limo. El sector de la morrena de fondo corresponde a la zona del permafrost, rico en hielo con distintos tipos de hielo subterráneo, formado como cemento o infiltración.

Para clasificar el material muestreado se ha utilizado la sistematización de suelos HRB y la clasificación de los suelos utilizada en las zonas de permafrost basada en United Soil Classification System, Corps of Engineers y Bureau of Reclamation (Linell and Jonston, 1973). La clasificación según su reacción al congelamiento (F) se puede observar en la Tabla 16.

Tabla 16: clasificación de los suelos en zonas de permafrost (Linell and Jonston, 1973). G: grava; S: arena; C: arcilla; P: selección pobre; W: Selección Buena, H: Alta; M: Media y L; baja.

Clasificación	Tamaño de partícula	% de partículas <2 mm	Tipos de suelos típicos
F 1	Gravas	3 - 10	GM, GP, GW-GM, GP-GM
F 2	Gravas arenosas	10 - 20 y 3 - 15	GM, GW-GM, GP-GM, SW, SP, SM, SW -SM, SP-SM
F 3	Gravas arenosas sin Limo-Arena	> 20 y > 15	GM, GC, SM, SC
F 4	Arcillas Limos en general Limos arenosos	> 15	CL, CH, ML, MH, SM
F 5	Arcillas, sedimentos de grano fino en capas o bandas		CL, CL-ML, CL y ML, CL, CH y ML, CL, CH, ML y SM

Tabla 17: Material muestreado en el permafrost permanente

Muestra	Prof, [m]	PT 200 [%]	Composición [% en peso]		Tipo de suelo
			Sólidos	Hielo	
MD01	0,00 - 1,00	4,54	74,3	25,7	F3 GW GM, SM
MD02	0,00 - 0,30	15,8	69,9	30,1	F2 GP, SM
MD02	0,30 - 0,70	6,7	79,1	20,9	F3 GW GM, SM
MD03	0,30 - 0,70	13,4	94,8	5,2	F3 GW GM, SM

4.5.9 Conclusiones

Los dos adhesivos químicos Fischer FIS SB y Hilti HIT HY 200 R, tuvieron un buen desempeño, en cuanto a tiempo abierto inicio de fraguado y resistencia a las temperaturas ambiente de trabajo.

Dado el proyecto arquitectónico, las condiciones climáticas y geográficas, las características del suelo encontrado y la logística de transporte de materiales al lugar, la solución más confiable para fundar, es remover el permafrost activo hasta alcanzar el techo del permafrost permanente y a partir de ese nivel ejecutar perforaciones de 2,00 m. de profundidad, anclando varillas roscadas de 25 mm. mediante anclajes químicos al permafrost permanente (todo según exigencias de esfuerzos que resulten del cálculo estructural). Las varillas roscadas se fijarán a una placa metálica que aportará el soporte necesario a las sollicitaciones en compresión y que serán el arranque o fijación de las columnas.

4.5.10 Recomendaciones

Fundaciones

En función de los ensayos de placa de carga realizados, se puede calcular el módulo de balasto (K) correspondiente:

Fijando una deformación diferencial máxima de 2,50 cm se obtiene una tensión máxima de $\sigma_{max} = 200 \text{ Kg/cm}^2$ y considerando un coeficiente de seguridad de $FS = 40$, se obtiene una tensión admisible $\sigma_{adm} = 5,0 \text{ Kg/cm}^2$, o sea $50,0 \text{ t/m}^2$. Para los ensayos de tracción se observa que para valores cercanos a 10,0 tn. se obtienen deformaciones compatibles con la estructura.

De acuerdo con los resultados obtenidos en los ensayos de tracción y las consideraciones anteriores para los ensayos de placa de carga, se recomienda fundar la estructura mediante placas de acero ancladas en el permafrost permanente, por lo menos 2,00 m. de profundidad, mediante adhesivos químicos aptos para bajas temperaturas, considerando una tensión admisible tracción de 10,0 tn por cada anclaje y la colaboración de una tensión admisible en compresión bajo la placa de $50,0 \text{ t/m}^2$.

Adicionalmente se recomienda, para la ejecución de las fundaciones:

- Realizar las tareas durante los meses de verano, donde las temperaturas son más favorables, lo que garantizará efectivamente alcanzar el techo de permafrost permanente.
- Recurrir a maquinaria adecuada para la realización de las tareas de limpieza y excavación del permafrost activo y perforación en el permafrost permanente.
- Utilizar varillas roscadas de acero SAE 1040, de 25 mm de diámetro.
- Colocar pinturas y/o recubrimientos de protección contra la corrosión, ya que el ambiente es muy agresivo para las estructuras metálicas.
- Realizar inspecciones periódicas y sistemáticas de las estructuras metálicas, a los fines de garantizar el mantenimiento y la durabilidad de estas.

4.6 Zona Aeroportuaria

La pista de la Base Marambio ha sido desde su construcción el punto de acceso aéreo más importante para el Programa Antártico Argentino. Gran parte del movimiento logístico del norte de la península antártica se realiza desde la mencionada pista. En las últimas décadas, debido a los impactos observados del cambio climático en el permafrost de la Isla Marambio se han incrementado los problemas para operar allí, en especial en los meses de verano, coincidente con el periodo de mayor actividad del programa antártico. Esto ha llevado a buscar una alternativa a esta situación y por ese motivo se planificó recuperar la capacidad que tuvo la Base Petrel en décadas pasadas. Dado que las amenazas del cambio climático seguramente agravaran los efectos sobre la pista de la Base Marambio, es urgente para el Programa Antártico Argentino encontrar una solución a esta situación.

4.6.1 Especificaciones generales

Pistas

Las características topográficas del Cabo Welchness, reúne los aspectos adecuados para construir hasta dos pistas de aterrizaje con condiciones meteorológicas y altimétricas favorables para que un avión de planos fijos tipo Hércules C-130 opere con sus mayores prestaciones y en condiciones seguras. La aeronave C-130 será la aeronave crítica para este aeródromo y por lo tanto la base para el estudio y desarrollo de este.

La dirección de ambas pistas, calle de rodaje y plataformas de operación para los distintos tipos de aeronaves que operaran en la zona, se ajustaron a los parámetros de diseño de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) y otras normativas vigentes para pistas emplazadas en el Continente Antártico, permitiendo de este modo, que otros países puedan operar y disponer a futuro de los servicios derivados como SAR, carga y logísticas, entre otros.

La Pista Principal con orientación proyectada 03/21, alcanzará una longitud operativa aproximada de 1.500 metros, la Pista Auxiliar contará con una longitud de 1.200 metros, y una dirección 17/35. Ambas pistas, cumplirán con las exigencias normativas internacionales sobre los espacios de seguridad en las cabeceras y laterales de pista.

Las pistas serán construidas cumpliendo con los aspectos y exigencias fijadas en el Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente, relacionado con el cuidado y preservación del medio ambiente.

El suelo del lugar está conformado según consta en el “Estudio Geocriológico-Geotécnico para el diseño de pistas aéreas en el Cabo Welchness” (Desarrollado por el Instituto Antártico Argentino en noviembre 2005), por gravas medias y finas, arenas, poca a nula existencia de arcillas y a su vez, hay presencia de permafrost seco a una profundidad promedio de 1,40 metros. Toda esta situación permite determinar que una pista en este sitio no se verá fuertemente afectada por el cambio climático como pasa en la Base Marambio.

Asimismo, el trazado de las pistas presenta diferencias en los niveles de hasta 5 metros, por lo cual se deberá hacer un trabajo de nivelación previo al trazado de las pistas. En función a estos

datos, se estudia reforzar las características geotécnicas del suelo por medio del empleo de geotextil y geoceldas, a fin de lograr un mayor confinamiento del material de aporte y así, obtener mayor resistencia portante del paquete estructural. Frente al hangar, se dimensionó la calle de rodaje y la plataforma para operación de aeronaves, adoptando como aeronave crítica a un avión Twin Otter, que, si bien al día de hoy no está operando en el Programa Antártico Argentino, se prevé que en el mediano plazo se retome su operación.

Por otra parte, debe considerarse que este tipo de aeronave es muy empleado por otros programas antárticos, razón por la cual no se descarta que puedan operar en la base Petrel por diversas causas (SAR, Auxilio mecánico, abastecimiento de combustible, aero-evacuaciones etc.). También se verificó la capacidad de esta zona para que operen helicópteros medianos como el MI-171.

Torre de vuelo y Terminal de pasajeros

Estará ubicada en la actual posición en que se encuentra el Galpón I, en el extremo Oeste de la plataforma superior del cabo Welchness. Constituirá un solo edificio de tres plantas que contendrá todos los servicios de Terminal de pasajeros propiamente dicho (con sus correspondientes baños), servicio contra incendios (oficinas y estacionamiento de la autobomba), comunicaciones, meteorología, jefatura del aeródromo y torre de control.

Prestará los siguientes servicios:

- Comunicación y Navegación Aérea: Los equipos de comunicaciones estarán de acuerdo con las normas internacionales de la OACI y estarán instalados en la Torre de Vuelo.
- Servicio de Salvamento y Extinción de Incendios de Aeronaves (SEI): Se dispondrá de una autobomba autopropulsada 4x4, del tipo OSHKOSCH o ROSEMBAUER, en cumplimiento a las normativas vigentes.
- Terminal de pasajeros: La terminal deberá disponer de un espacio físico suficiente para albergar hasta 80 personas en tránsito, con calefacción y sanitarios adecuados. Aspectos que permitirán mantener a los pasajeros concentrados luego de haber hecho su check in.
- Balizamiento e indicación de pista: Inicialmente se empleará sistema de balizamiento móvil del tipo NAVITRONIK o similar, con batería y telecomandado por radiofrecuencia hasta tanto, se defina el sistema fijo más adecuado y resistente a las inclemencias meteorológicas.
- Estación meteorológica: Se encontrará en el edificio de la Terminal de pasajeros y Torre de control. Además, se instalarán 1 / 2 estaciones meteorológicas como ayuda a la navegación aérea. Prestará el servicio de pronóstico con el apoyo de la Estación Meteorológica de base Marambio.
- Torre de control: Se ubicará en el mismo edificio que la Terminal de pasajeros. Desde allí se realizará la coordinación de las aeronaves a arribar y desplegar en la BAP. Esta

ubicación y altura, permite un control visual directo sobre ambas pistas de aterrizaje, la plataforma operativa para aviones, la calle de rodaje y la plataforma operativa para helicópteros.

- Comunicaciones aéreas: Se efectuarán y coordinarán las comunicaciones relacionadas con el Servicio Meteorológico Nacional y con las aeronaves en vuelo o por aterrizar o despegar. Prestará el Servicio de Información Aeronáutica (ARO-AIS) y Comunicaciones.

Hangar para aeronaves ya existente:

Se empleará el hangar ya existente en la base, que cuenta con 1150 m² cubiertos. Ya se han comenzado las obras de recuperación de este consistentes en la reparación del techo, portones y contrapiso. Será empleado principalmente para la guarda y mantenimiento de aeronaves. Se lo reacondicionará completamente y se pondrá en valor. De igual forma se repararán los depósitos que se encuentran dentro. Será empleado para la guarda de Helicópteros y como taller de herramientas y equipos en apoyo al vuelo. Sobre el acceso oeste del hangar, se realizarán los trabajos necesarios para consolidar el terreno y conformar la plataforma de operación para helicópteros, disponiendo de 10.000 metros cuadrados para la guarda y operación de aeronaves.

Nuevo Hangar de Helicópteros:

Con la finalidad de complementar el Hangar ya existente en la base Petrel, se proyectó la construcción de un nuevo Hangar en el sector sur oeste de la plataforma superior del Cabo Welchness. Este hangar se ubicará al oeste del Alojamiento de Emergencia / Gimnasio de la base. Su empleo previsto será para el hangar de un helicóptero tipo MI 171E de provisión en Argentina.

Depósito y bomba para combustible JP1

Se instalará una zona de almacenamiento de combustible JP1 para aeronaves. Esta plataforma se encontrará al sur de la Terminal de pasajeros y a una distancia relativamente cerca de la calle de rodaje, pero manteniendo la distancia de seguridad. También estará en una zona próxima a dos helipuertos. Allí se instalarán cisternas con una capacidad de almacenamiento de 35.000 lts. Todas estarán comunicadas entre sí contando con el correspondiente sistema de abastecimiento para las aeronaves. Esta plataforma tendrá su batea de contención de derrames. El JP1 será empleado principalmente para la operación de helicópteros y aeronaves de pequeño porte (tipo Twin Otter). No se prevé el reabastecimiento de aeronaves de gran porte (C-130 Hércules), sin embargo, la capacidad de almacenamiento de 35000 lts es el equivalente a un tanque de combustible de aeronaves C-130. Se ha calculado esta capacidad como máximo necesario para una situación crítica.

Equipos de puesta en marcha

Se contará con equipos de puesta en marcha de aeronaves, complementado con equipos de aire a presión, equipos de calefacción con ductos flexibles para precalentado previo a la puesta en marcha. Estos equipos se encontrarán dentro del Hangar existente.

Parque Vial para Servicio de mantenimiento de pista

Para los trabajos requeridos por una pista de aterrizaje con estas características y en este ambiente geográfico particular, se requiere de equipos viales definidos los cuales necesitan de una instalación para su guarda y mantenimiento, ubicada dentro del sector aeroportuario. Dichos vehículos serán motoniveladoras, retroexcavadora, rodillo y camiones volcadores. Los vehículos serán guardados en el Parque automotor o, mientras no se emplee el hangar para la operación de helicópteros se los podrá aparcar allí.

Plataforma de operación

La correspondiente a aeronaves estará en el sector próximo a la intersección de ambas pistas. No penalizará la operación de aterrizaje y despegue por otras aeronaves. Habrá una segunda plataforma de operaciones en proximidades del hangar que será empleada por helicópteros.

4.6.2 Ubicación y diseño de la zona aeroportuaria

La dirección de ambas pistas, calle de rodaje y plataformas de operación para los distintos tipos de aeronaves que operaran en la zona, se ajustaron a los parámetros de diseño de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) y otras normativas vigentes para pistas emplazadas en el Continente Antártico, permitiendo de este modo, que otros países puedan operar y disponer a futuro, de los servicios derivados como SAR, carga y logísticas, entre otros.

La Pista Principal con orientación proyectada 03/21, alcanzará una longitud operativa aproximada de 1.500 metros, la Pista Auxiliar contará con una longitud de 1.200 metros, y una dirección 17/35. Ambas pistas, cumplirán con las exigencias normativas internacionales sobre los espacios de seguridad en las cabeceras y laterales de pistas.

Características físicas de pistas (RWY) (Apéndice 9, Analisis Geotécnico)

Superficie: Terreno natural

RWY 03/21: 1500 por 43 metros de ancho, aproximación de precisión.

RWY 17/35: 1200 por 43 metros de ancho, aproximación de no precisión.

Umbrales (THR) determinados según:

- Disponibilidad de terreno
- Obstáculos
- Vientos predominantes

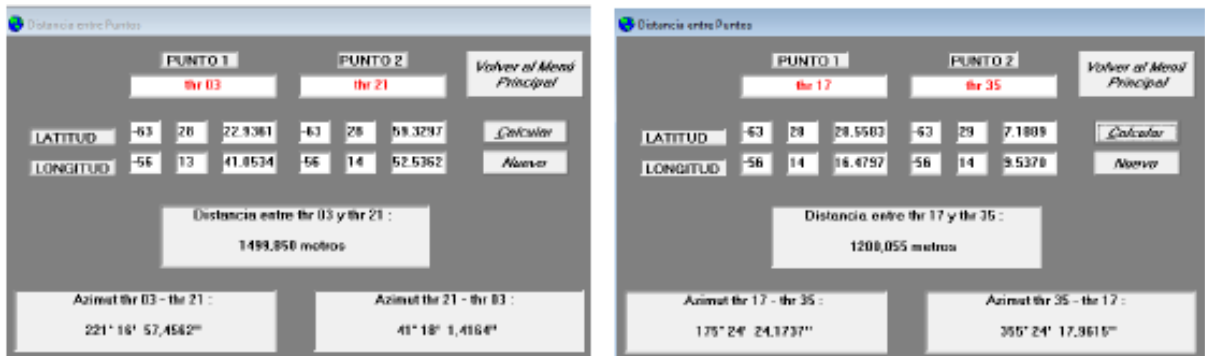


Figura 51: determinación umbrales de RWY

Longitud verdadera determinada, considerando altura sobre el nivel del mar, temperatura promedio, vientos predominantes y pendiente longitudinal de los ejes de RWY es 2 – 26 acorde a la longitud de campo de referencia que le corresponde a la aeronave crítica del proyecto del aeródromo, C-130 Hércules:

- Longitud de campo de referencia: 850 metros
- Longitud crítica 1000 metros para 130000 lbs.
- Disponibilidad de longitud de RWY por condiciones orográficas y constructivas:
- 1500 y 1200 metros.
- Corresponde clasificación RWY Número 3 (de 1200 a 1500 metros)
- Ancho de RWY 43 metros, acorde a la aeronave crítica.
- Envergadura C-130 Hércules: 40 metros
- Corresponde clasificación RWY Letra D (de 30 a 45 metros)
- Clave de referencia del Aeródromo: 3D

Corrección de rumbo geográfico a rumbo Magnético según afectación de la declinación magnética.

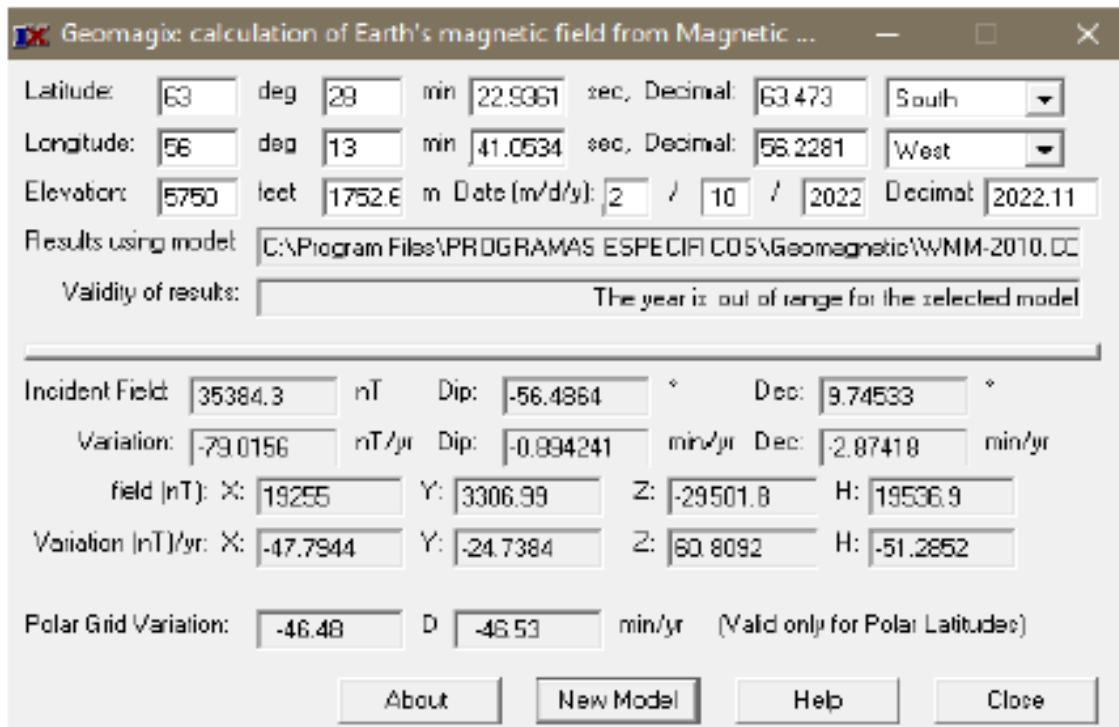


Figura 52: coeficiente transversal del viento máxima permitida

Respecto a la orientación de las RWY, analizando la incidencia de las componentes de la dirección del viento, vientos predominantes e intensidad se obtuvieron valores de coeficiente de utilización factibles, considerando un alto porcentaje de tiempo de uso del sistema de pistas.

Se determinó que, en circunstancias normales, la componente transversal del viento que no excede los siguientes valores:

- RWY 03/21: 37 km/h (20 kts), para operar con una longitud de campo de referencia es de 1.500 m o más y de 24 km/h (13 kts) estimando alguna condición de eficacia de frenado deficiente en la pista debido a el coeficiente de fricción longitudinal insuficiente.
- RWY 17/35: 24 km/h (13 kts) en el caso de aviones cuya longitud de campo de referencia es de 1.200 m o mayor de 1.200 pero inferior a 1.500 m.

Nota. — Componente transversal del viento significa la componente del viento en la superficie que es perpendicular al eje de la pista.

<p>RWY 03/21 (RWY PRINCIPAL)</p> <p>Longitud: 1500 metros</p> <p>Ancho: 43 metros</p> <p>R mag.: 31°33'18.23" / 211°33'</p> <p>Dígitos: 03/21</p> <p>Aproximaciones de precisión</p>

RWY 17/35 (RWY AUXILIAR)

Longitud: 1200 metros

Ancho: 43 metros

R mag.: $165^{\circ}39'40.9'' / 345^{\circ}39'$

Dígitos: 17/35

Aproximaciones de no precisión

Pendientes longitudinal y transversal de RWY y TWY

Se debería aplicar sobre el terreno natural, graficado a continuación, para el cálculo de rasantes de ejes y perfiles transversales de pistas los siguientes valores de pendientes como máximas permitidas:

- Pendiente longitudinal máxima: $\leq 1.5\%$ (correspondiente a una RWY clave 3)
- Pendiente longitudinal primer y último cuarto de RWY: $\leq 0.8\%$
- Transición 0.2% c/30 metros, radio de curvatura 15000 metros
- Pendiente transversal convexa $\leq 1.5\%$ y $\geq 1\%$ (correspondiente a una RWY clave 3)
- Perfiles Transversales Tipo De Pista A Implementar Según Normas

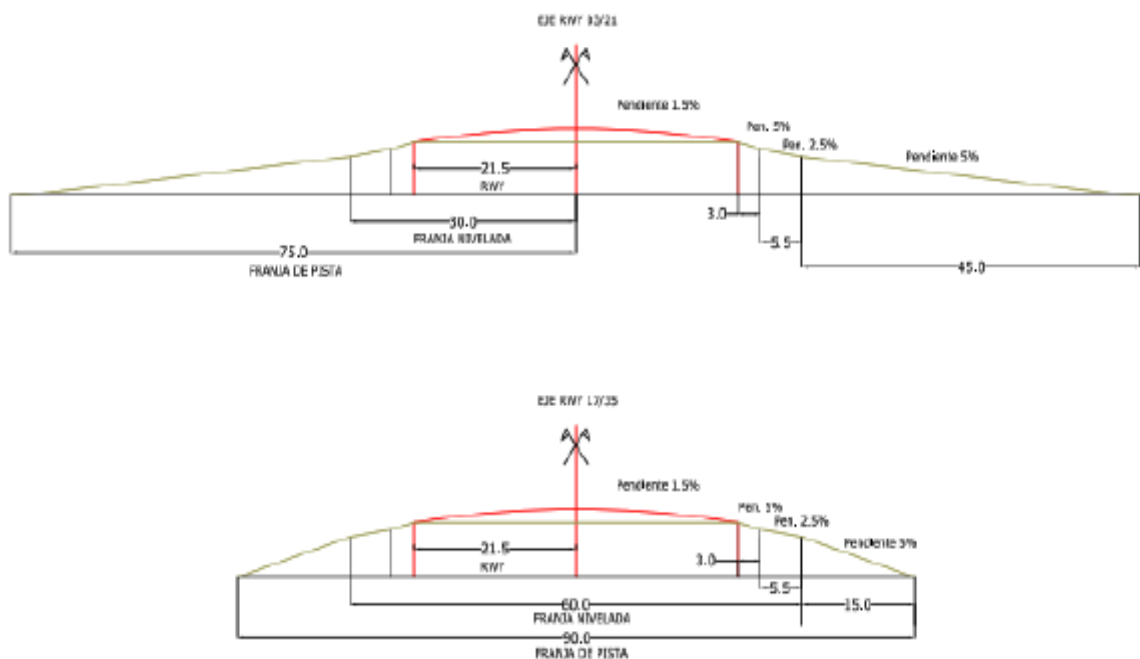


Figura 53: perfiles de pista.

Franja de RWY

La franja se extiende antes del umbral y más allá del extremo de la pista hasta una distancia de 60 m paralela al eje de RWY:

- Ancho de Franja de RWY
 - RWY 03/21 aproximaciones de precisión: 75 metros a cada lado del eje.
 - RWY 17/35 aproximaciones de no precisión: 45 metros a cada lado del eje.
- Franja nivelada
- Longitud: 30 metros a cada lado del eje de RWY y hasta 30 metros después de cada umbral.
- Pendientes
 - Longitudinal de RWY: $\geq 1\%$ hasta $\leq 1.5\%$, primer y último cuarto: $\leq 0.8\%$
 - Transversal: 2.5%.
- Objetos en franjas de RWY
 - Sistema de luces frangibles y conos de señalamiento visual diurnos para RWY emplazadas en el entorno Antártico.

RESA (Área de seguridad extremo de RWY)

Se aplica a RWY 03/21 por ser de precisión posterior a la franja de seguridad correspondiente a THR 21. Tendrá unas dimensiones de 90 metros desde el extremo de RWY por el doble del ancho de RWY (86 metros).

Pendiente longitudinal / transversal: +/- 5%.

Rodajes (TWY)

- Acorde a la clave de referencia del Aeródromo 3D.
- Dimensiones: 23 metros de ancho.
- Pendientes:
 - Pendiente longitudinal: 1.5%, cambio de pendiente 1% cada 30 metros, radio mínimo 3000 metros.
 - Pendiente transversal: 1.5%.

Márgenes y franja de TWY

- Franja de TWY: 37 metros a cada lado del eje.
- Margen de TWY: 34 metros a cada lado del eje.

Se deberá considerar en la confección del proyecto para el emplazamiento de construcciones y elementos cercanos al entorno del área de maniobras las siguientes distancias:

- Eje de TWY y un objeto: 37 metros
- Eje de TWY en APRON y un objeto: 33.5 metros
- Franja nivelada de TWY: 18.5 metros a cada lado del eje.
- Pendiente longitudinal de franja nivelada de TWY: 2.5%.
- Pendiente transversal de franja nivelada de TWY: +/-5%

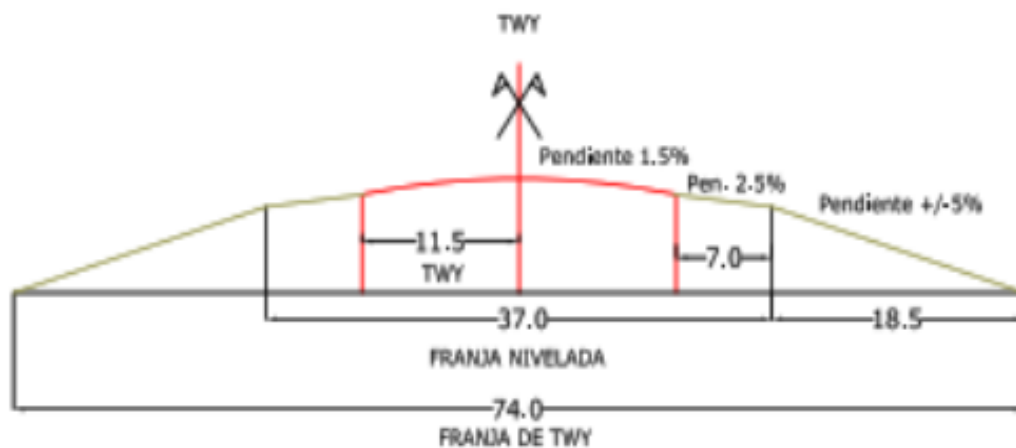


Figura 54: perfil transversal tipo de rodajes a implementar.

Punto de espera a RWY

Se deberá demarcar un punto de espera a RWY según las siguientes condiciones:

- Para RWY 03/21 Aproximación de precisión: a 90 metros del eje de RWY, perpendicular al eje de TWY.
- Para RWY 17/35 Aproximación de no precisión: a 75 metros del eje de RWY, perpendicular al eje de TWY.

Plataformas

Se consideró el emplazamiento de dos plataformas, para operar con helicópteros, aeronaves de mediano porte y con dos aeronaves C-130 en forma simultánea. Margen considerado: aeronave/objetos: 7.5 metros.

Se prevén áreas para calles de servicios, zona de maniobras y depósito de equipos terrestres. Puesto de estacionamiento aislado: Designado a 100 metros de las instalaciones u otra aeronave estacionada.

Plataforma para C-130

Se proyectó una plataforma para aeronaves tipo C-130 considerando un área para operar con pasajeros y otra área para operar con carga cuyas dimensiones son de 190 x 90 metros. Pendiente de plataformas: 1%

Plataforma para operar con helicópteros Bell 212-412 y Mi 17 y con aeronaves de porte similar a Twin Otter

Se proyectó una plataforma de 200 x 100 metros para operar con pasajeros o carga con helicópteros y aeronaves tipo Twin Otter o de similar porte.

Puesto de estacionamiento aislado ZULU

Se determinó en cabecera 35 un puesto ZULU. En el caso eventual de control ante denuncia de explosivos, interferencia ilícita o ante la necesidad de despejar la pista principal se informará a la torre de control del aeródromo la designación de esta área como la adecuada para el estacionamiento de una aeronave que se sepa o se sospeche que está siendo objeto de interferencia ilícita, o que por otras razones necesita ser aislada de las actividades normales del aeródromo al encontrarse una aeronave con problemas técnicos. El puesto de estacionamiento aislado para aeronaves está ubicado a la máxima distancia posible, a más de 100 m de los otros puestos de estacionamiento, edificios o áreas públicas, etc.

Aplicación De Las Superficies Limitadoras

Superficies limitadoras de obstáculos

Se realizó un relevamiento de objetos destacados, no encontrándose elementos que penalizaran las Superficies Limitadoras de Obstáculos considerando la aplicación de los valores determinados en la Tabla 6 de la RAAC 156.

Tabla 18: superficies limitadoras de obstáculos para pistas de aeródromos STOL.

Superficies y dimensiones	PISTAS DE AERÓDROMOS STOL CLASIFICACIÓN			
	Aproximación visual y por instrumentos de no precisión		Aproximación por instrumentos de precisión	
	Clave 1 y 2	Clave 3	Clave 1 y 2	Clave 3
DE APROXIMACIÓN				
Longitud del borde interior	60	90	90	150
Distancia desde el umbral	30	60	60	60
Divergencia (a cada lado)	10 %	15 %	15 %	15%
Primera sección Longitud Pendiente	3000 6 %	3000 5 %	3000 6 %	3000 5 %
Segunda sección Longitud Pendiente	--- ---	2000 10 %	---- ----	2000 10 %
DE TRANSICIÓN				
Pendiente	20%	20%	14,3%	14,3%
SUPERFICIE DE ASCENSO EN EL DESPEGUE				
Longitud del borde interior	60	90	150	150
Distancia desde el umbral	30	60	60	60
Divergencia (a cada lado)	10 %	10 %	15 %	15%
Pendiente	6 %	5 %	6 %	5 %
Longitud	2000	2000	2000	2000
HORIZONTAL INTERNA				
Altura	75	75 *	75 *	75
Radio	1000 *	2000 *	1000*	2000 *

Relevamiento de Objetos Significativos

Se realizó un relevamiento planialtimétrico a fin de determinar la traza de las pistas y el emplazamiento de umbrales con el objeto de mantener las superficies limitadoras libres de obstáculos.

Asimismo, se determinaron coordenadas geográficas en sistema WGS 84 de los umbrales, obteniéndose posición y altura de estos, rumbos geográficos y datos necesarios para realizar un estudio de factibilidad para la construcción y aplicación de procedimientos de vuelo y la posterior confección de la cartografía correspondiente.

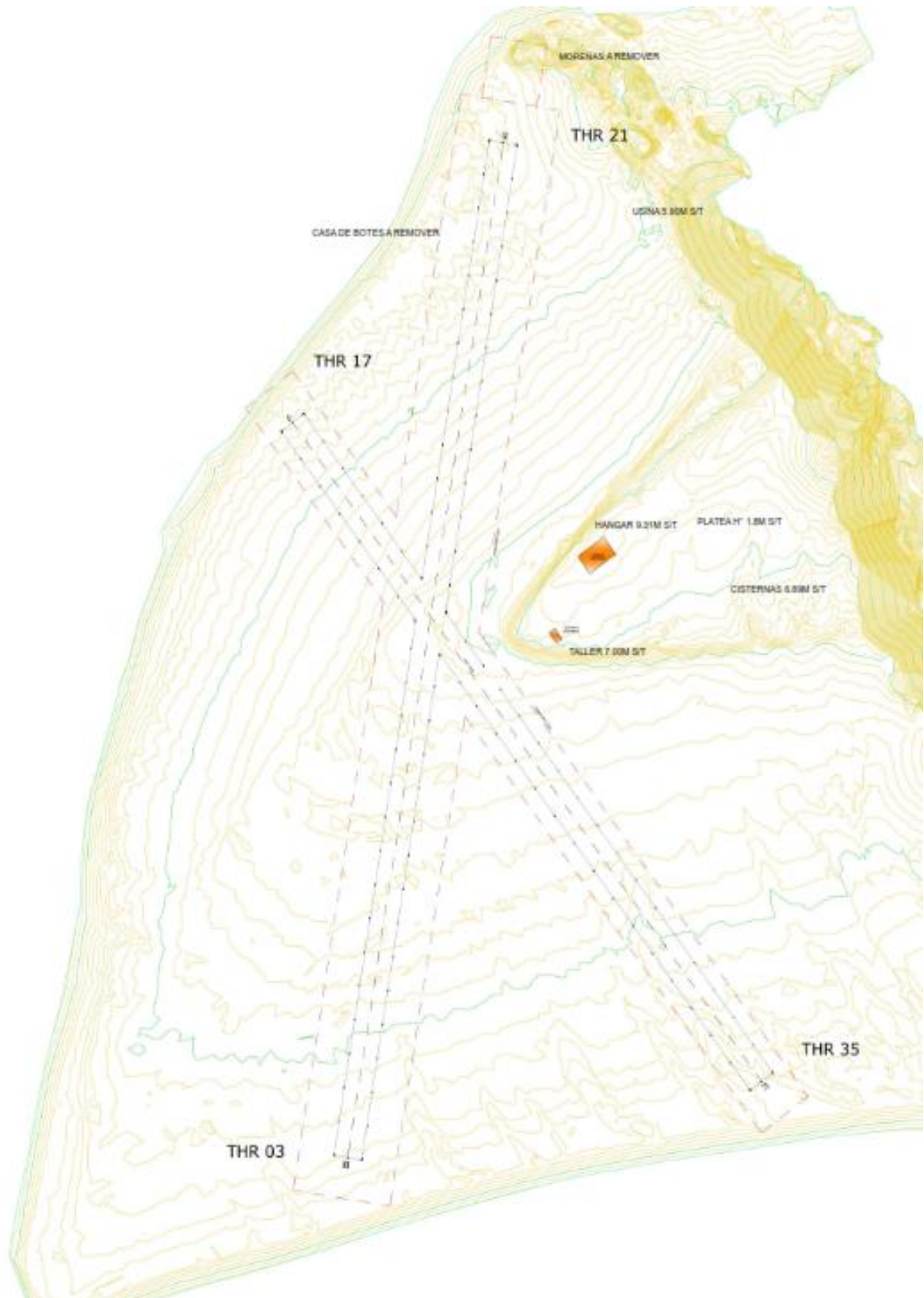


Figura 55: ubicación de obstáculos a remover.

Plano De Obstáculos

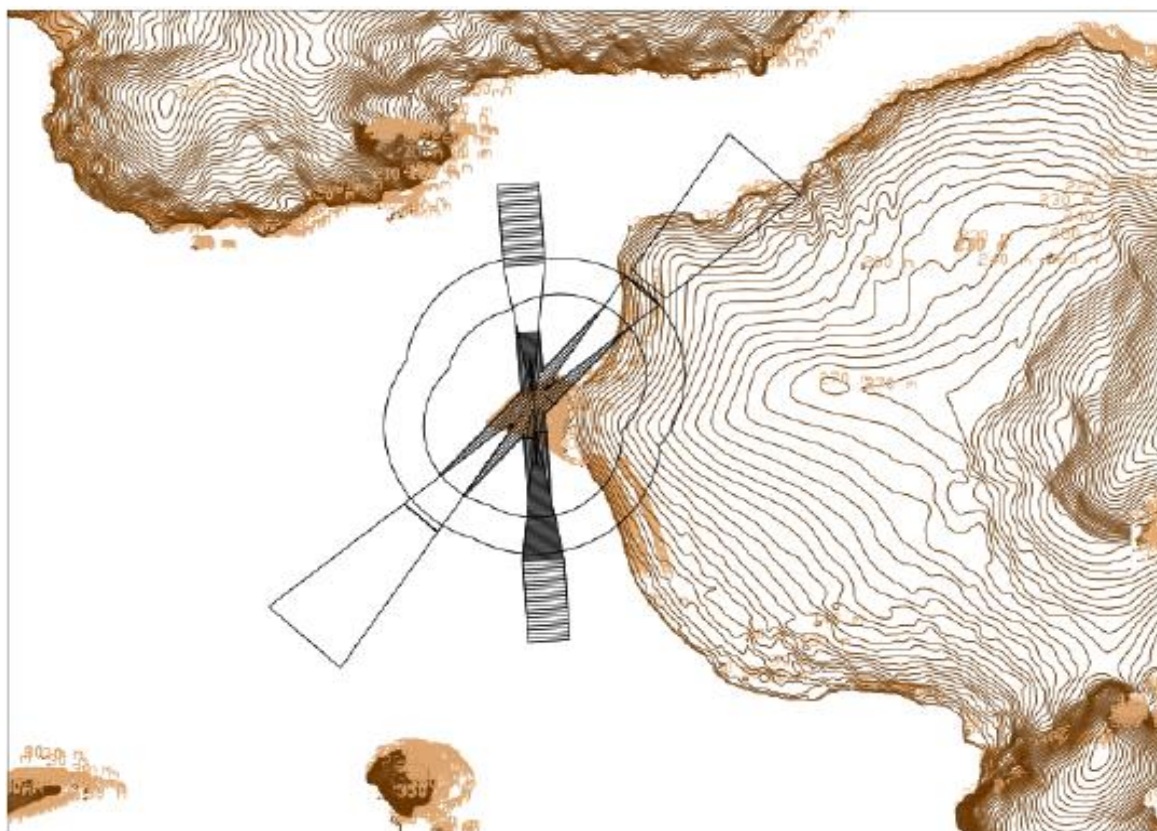


Figura 56: plano de obstáculos

Señalamiento Visual Diurno – Nocturno de Pistas Rodaje, Plataformas y Obstáculos Ayudas visuales

Señalamiento visual diurno de RWY, TWY, APRON.

Las pistas, calles de rodaje y plataformas del aeródromo, estarán provistas de demarcaciones acorde a las establecidas en las especificaciones de la RAAC 154 Subparte E considerando las siguientes señales:

- Dígitos designadores de RWY: Par de dígitos de 9 metros de altura A 6 metros de cada umbral.
- Señal de umbral: Se demarcarán los vértices de la RWY y un guion central.
- Señal de borde de RWY: Guiones o conos cada 50 metros
- Señal de borde de TWY: Guiones o conos cada 30 metros.
- Punto de espera de la RWY: Barra transversal de 1 metro, perpendicular al eje o conos en bordes de TWY.
- Borde de plataforma: Se colocarán conos o guiones en los vértices y puntos medios, excepto frente a hangares.

Las señales deberían ser en lo posible planas, construidas de mampostería de 3 x 1 metros, enrasadas, permanentes o en su defecto balizas de 0,70 cm de altura pintadas de un color que contraste con el fondo.

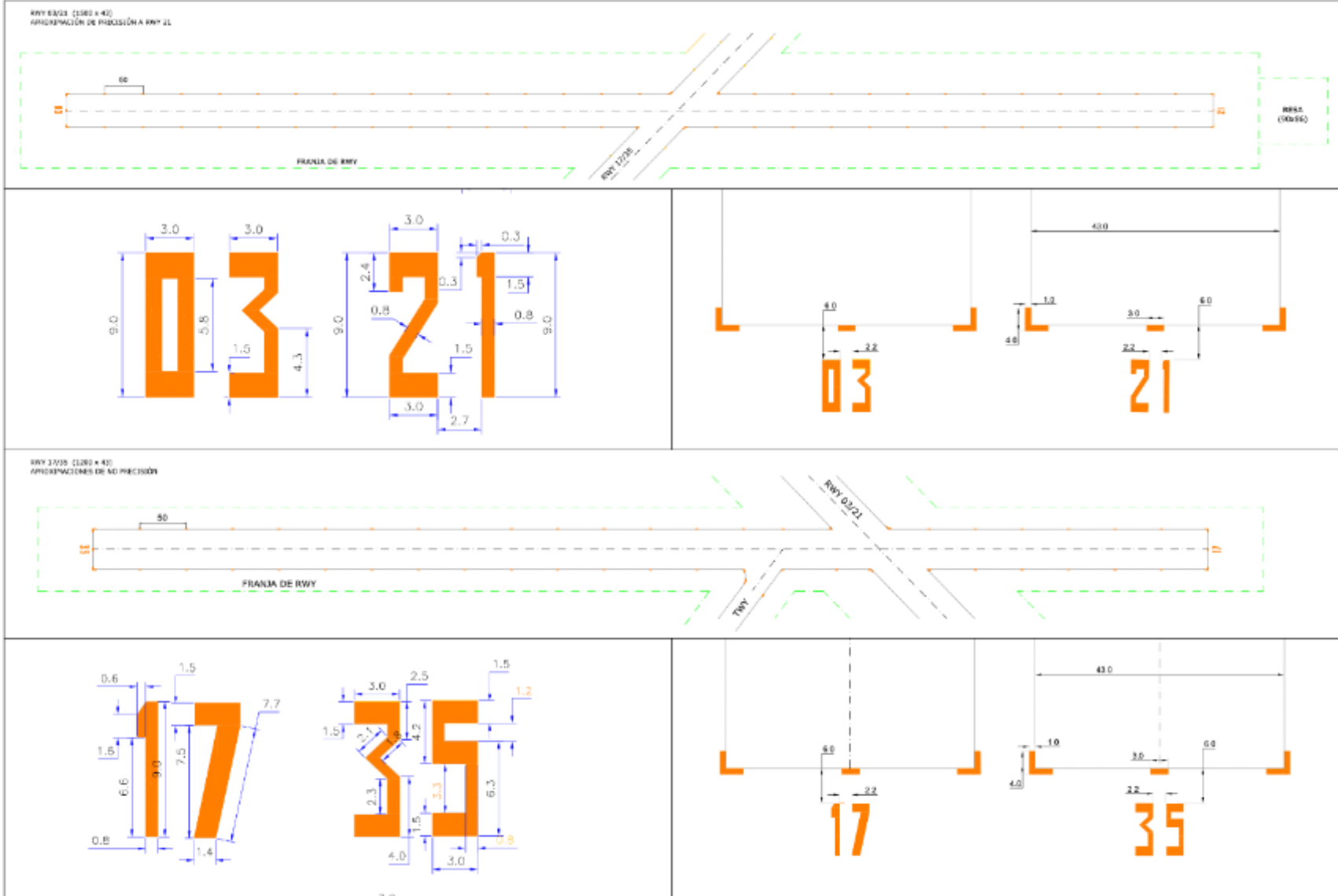


Figura 57: señalización de las pistas.

Indicador de la dirección del viento

Deberá tener forma de cono truncado y estar hecho de tela, su longitud deberá ser por lo menos de 3,6 m, y su diámetro, en la base mayor, por lo menos de 0,9 m. Deberá estar construido de modo que indique claramente la dirección del viento en la superficie y dé idea general de su velocidad, de color anaranjado para que pueda verse e interpretarse claramente desde una altura de por lo menos 300 m.

Se deberá emplazar de modo que no sufra los efectos de perturbaciones del aire producidas por objetos cercanos de ser factible en el primer tercio lateral al eje de pista a no menos de 90 metros. Ante la particularidad del emplazamiento en entorno antártico, la provisión del indicador de dirección del viento no resultará aplicable por las condiciones de engelamiento a las que estarán sometidos la tela que la conforma y el mecanismo de giro se debería analizar la posibilidad de emplazarlo en el momento previo a las operaciones o podrá eximirse de la instalación de éste, cuando se brinde información de la dirección e intensidad del viento por otros medios adecuados.

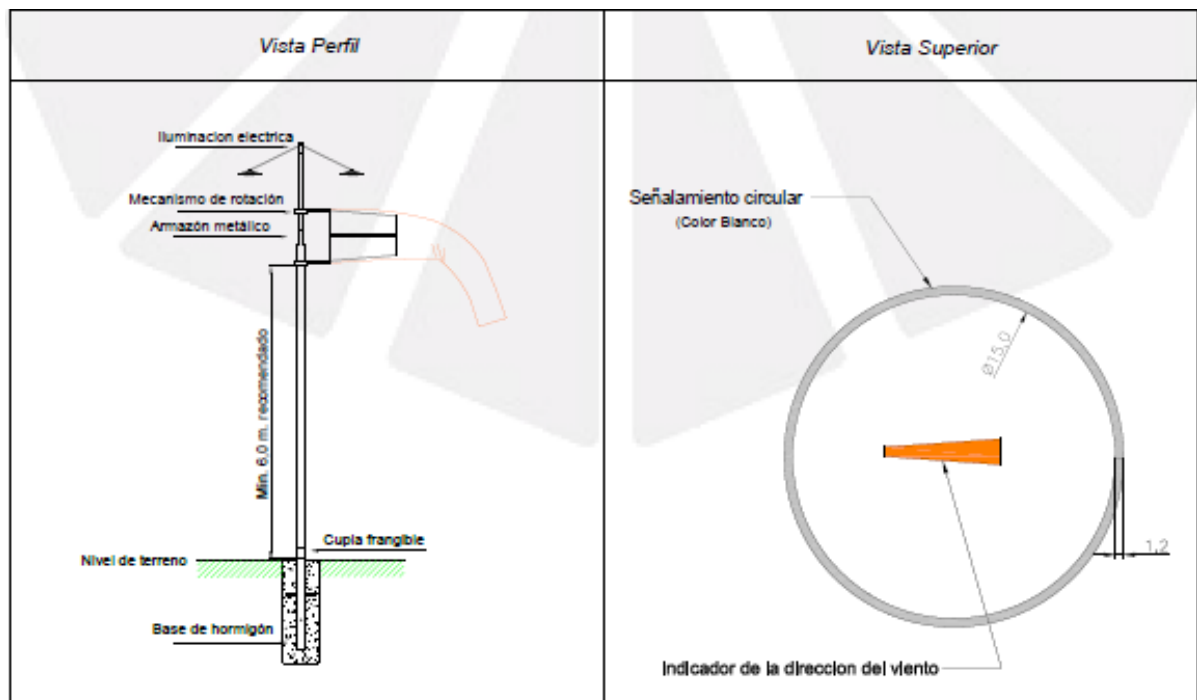


Figura 58: Indicador De La Dirección Del Viento

Lámpara de señales

En la torre de control, se dispondrá de una lámpara de señales que deberá poder producir señales de los colores rojo, verde y blanco, poder dirigirse, manualmente, al objetivo deseado, producir una señal en un color cualquiera, seguida de otra en cualquiera de los dos colores restantes y transmitir un mensaje en cualquiera de los tres colores, utilizando el código Morse, a una velocidad de cuatro palabras por minuto como mínimo.

Luces

Componentes del señalamiento visual nocturno:

- Luces de extremo de RWY, 6 luces a una distancia ≤ 3 metros c/u.
- Luces de borde de RWY, cada 100 metros a una distancia de ≤ 3 metros del borde.
- Luces de barra de ala.
- Luces combinadas de extremo y umbral, 6 luces a una distancia ≤ 3 metros c/u.
- Luces de borde de TWY, cada 30 metros a una distancia de ≤ 3 metros del borde.
- Iluminación de APRON con proyectores.
- Se deberá contar con el balizamiento visual nocturno con control de intensidad con 3 Niveles de brillo.
- Las estructuras del soporte deben ser frangibles de 36 cm sobre el terreno o conos de 0.70 cm a un metro de los bordes de RWY y TWY.

Iluminación de emergencia:

- Debería alimentar las luces de borde de RWY, TWY, APP y umbrales, considerando conmutación a energía alternativa en un tiempo de respuesta 15 minutos.

Faro de Aeródromo, se expone la necesidad de colocar un faro de aeródromo por presentarse las siguientes condiciones:

- Operaciones nocturnas o vuelo por instrumentos.
- Vuelos con ayudas visuales.
- Visibilidad reducida.
- Dificultad para encontrar el Aeródromo por la topografía circundante.

Sistema de luces de aproximación:

Al no ser factible emplazar un sistema sencillo de iluminación de aproximación reducido – configuración II se debiera reemplazar dicho sistema por (RAIL) Luces de identificación de umbral de RWY y/o luces de identificación de umbral de RWY.

Se expone la necesidad de colocar un sistema visual indicador de pendiente de aproximación, barra de alas de 4 elementos del lado izquierdo de la aproximación, por presentarse una RWY de longitud.

Letreros obligatorios

Se debería considerar la implementación de los siguientes carteles por ser normas de aplicación necesarias:

- Entrada de vehículos.
- Punto de espera en TWY.
- Distancia remanente.

Ayudas visuales indicadoras de obstáculos

Objetos que hay que señalar o iluminar:

- Se señalarán todos los obstáculos, situados dentro de la distancia indicada anteriormente, con respecto al eje de una calle de rodaje, de una calle de acceso a una plataforma o de una calle de acceso al puesto de estacionamiento de aeronaves y se iluminarán si la calle de rodaje o alguna de esas calles de acceso se utiliza de noche.
- Se señalará todo objeto fijo, que no sea un obstáculo, situado en la proximidad contigua a los límites de una superficie de aproximación, de transición, horizontal interna o cónica, dentro de la distancia comprendida entre 3000 m y el borde interior de la superficie de aproximación, y se iluminará si la pista se utiliza de noche.
- Los vehículos y otros objetos móviles, que se encuentren en el área de movimiento de un aeródromo que se consideran como obstáculos y se señalarán en consecuencia y se iluminarán si los vehículos y el aeródromo se utilizan de noche o en condiciones de mala visibilidad; sin embargo, podrá eximirse de ello al equipo de servicio de las aeronaves y a los vehículos que se utilicen solamente en las plataformas.
- Los vehículos se señalarán con colores, banderas y luces, para toda condición de visibilidad y luz ambiente, cuando se usen colores para señalar objetos móviles debería usarse un solo color bien visible, preferentemente rojo o verde amarillento para los vehículos de emergencia y amarillo para los vehículos de servicio.

Características de las luces de obstáculos:

- Luces de Baja intensidad: para iluminar los objetos cuya altura sea menor a 45 metros respecto de la elevación del terreno, y se determine a través de un estudio técnico aeronáutico que dicha iluminación resulta necesaria para la seguridad de las operaciones aéreas.
- Luces de obstáculos de baja intensidad 21 – 26: Las luces de obstáculos de baja intensidad dispuestas en objetos fijos serán luces fijas de color rojo, en ningún caso tendrán una intensidad menor a 32,5 cd de luz roja.

Infraestructura Del Aeródromo Para Operar Con Helicópteros

Generalidades

Se debería aplicar la normativa establecida en la RAAC 155 para el diseño de helipuertos de superficie, rodajes aéreos y puestos de estacionamiento en plataforma, se considerarán las características físicas, ayudas, las superficies limitadoras de obstáculos y servicios con que deben contar los helipuertos, y ciertas instalaciones y servicios técnicos que normalmente se suministran en un helipuerto. No se tiene la intención de que estas especificaciones limiten o regulen las operaciones de aeronaves.

Las condiciones particulares del entorno antártico hacen que los helipuertos en esos emplazamientos requieran de normas particulares o complementarias específicas que atiendan la

seguridad operacional en base al tipo de aeronaves que operen y los procedimientos particulares en función del medio, especialmente en lo que hace a la disponibilidad de datos, características físicas, superficies limitadoras de obstáculos y ayudas visuales.

Helicópteros que se consideran para el proyecto:

- MI 17
- Bell 412 / 212.

Ambas aeronaves son calificadas como Helicópteros de Clase de performance 1, cuya performance, en caso de falla del grupo motor crítico, permite aterrizar en la zona de despegue interrumpido o continuar el vuelo en condiciones de seguridad hasta una zona de aterrizaje apropiada, según el momento en que ocurra la falla.

Para las operaciones en el Ad. se considerarán la implementación de procedimientos PBN, ya que las aeronaves cuentan con el instrumental correspondiente. Se determinaría un punto en el espacio denominado PinS, ubicado lateralmente al eje de RWY a fin de separar el tránsito que opera en las pistas y poder hacerlo en forma simultánea.

Para ello se deberá aproximar a un punto denominado MAPt (Punto de aproximación frustrada), el mismo se determinará como resultado de los cálculos a realizarse en la construcción del procedimiento, posteriormente PinS y desde el mismo, realizar un rodaje aéreo hasta el puesto de estacionamiento designado.

Aproximación, Rodaje Aéreo y Puesto De Estacionamiento Para Helicópteros

Calles y rutas de rodaje aéreo para helicópteros (Figura 59)

Tramo visual de una aproximación a un punto en el espacio (PinS): Éste es el tramo que corresponde a un procedimiento de aproximación PinS de un helicóptero desde el MAPt hasta el lugar de aterrizaje para un procedimiento PinS “proseguir visualmente”. El 22 – 26 tramo visual conecta el punto en el espacio (PinS) con el lugar de aterrizaje.

Las especificaciones relativas a rutas de rodaje aéreo tienen por objeto la seguridad de las operaciones simultáneas durante las maniobras de helicópteros. No obstante, podría tener que considerarse la velocidad del viento inducida por la corriente descendente del rotor.

La calle de rodaje aéreo está prevista para el movimiento de helicópteros por encima de la superficie a la altura normalmente asociada con el efecto de suelo y a una velocidad respecto al suelo inferior a 37 km/h (20 kt). La anchura de las calles de rodaje aéreo para helicópteros son el doble de la anchura máxima del tren de aterrizaje (UCW) de los helicópteros para los que estén previstas.

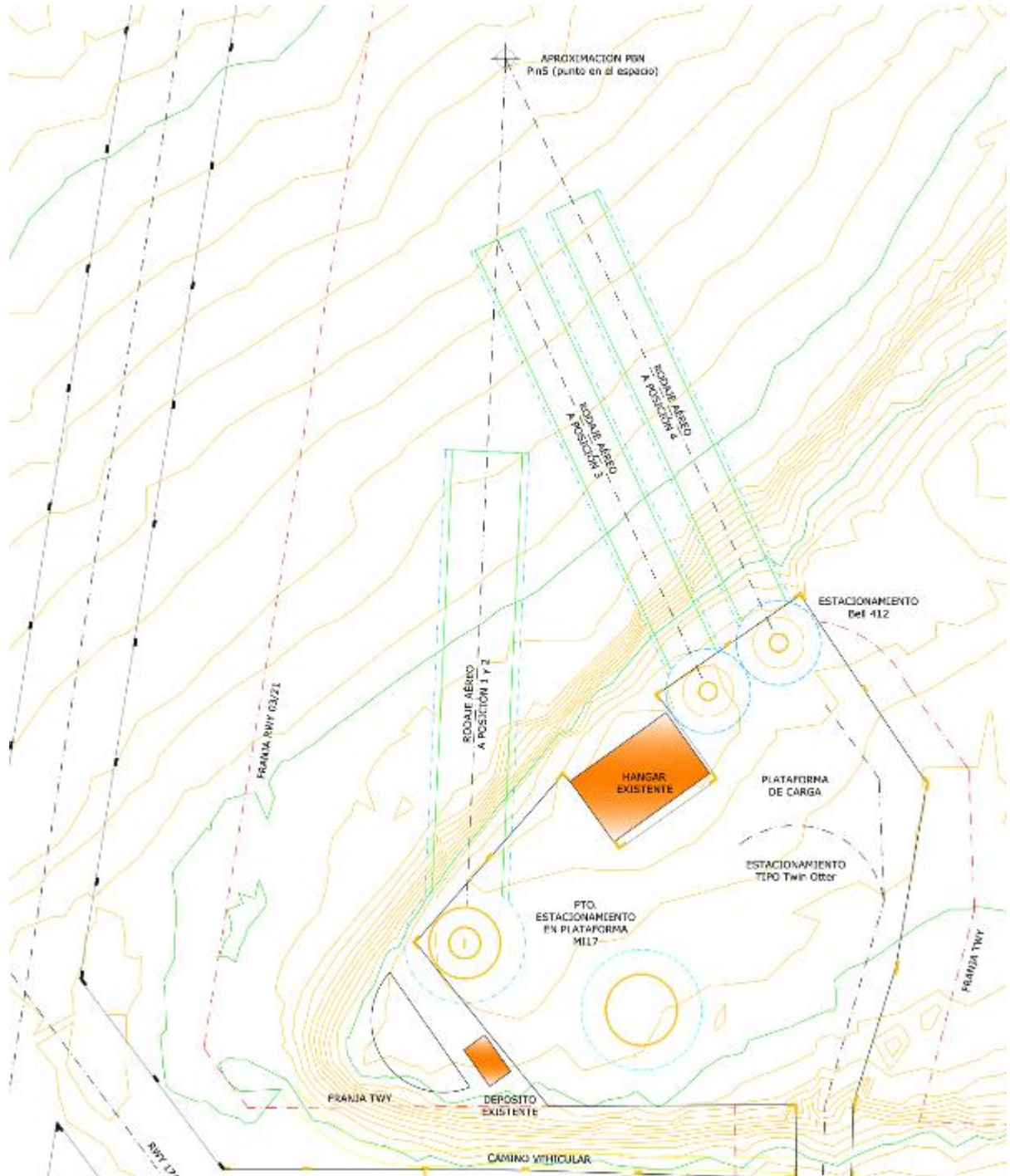


Figura 59: Calles y rutas de rodaje aéreo para helicópteros.

La superficie de las calles de rodaje aéreo para helicópteros proyectadas es resistente a cargas estáticas. Las pendientes de la superficie de las calles de rodaje aéreo para helicópteros no exceden las limitaciones de aterrizaje en pendiente de los helicópteros para los que están previstas esas calles. La pendiente transversal no excede del 10% y la pendiente longitudinal no excede del 7%.

Las rutas de rodaje aéreo para helicópteros se extienden simétricamente a cada lado del eje una distancia igual a la anchura total máxima de los helicópteros previstos. No se permitirá ningún objeto móvil en una ruta de rodaje aéreo durante movimientos de helicópteros. No se encuentran objetos fijos emplazados por encima de la superficie del suelo en las rutas de rodaje aéreo, excepto los objetos frangibles que, por su función, deberán situarse ahí.

Los objetos cuya función requiera que estén emplazados en las calles de rodaje aéreo:

- Los objetos por encima del nivel del suelo cuya función requiera que estén emplazados en una ruta de rodaje aéreo para helicópteros no deberán estar emplazados a una distancia inferior a 1 m del borde de la calle de rodaje aéreo para helicópteros; y sobresalir de un plano cuyo origen esté a una altura de 25 cm por encima del plano de la calle de rodaje aéreo para helicópteros, a una distancia de 1 m del borde de ésta y cuya pendiente ascendente y hacia fuera sea del 5%.
- Los objetos por encima del nivel del suelo cuya función requieran ser emplazados en una ruta de rodaje aéreo para helicópteros no deberán:
 - Estar emplazados a una distancia inferior a 0,5 veces la mayor anchura total de los helicópteros para los cuales esté diseñada a partir del eje de la calle de rodaje aéreo para helicópteros.
 - Sobresalir de un plano cuyo origen esté a una altura de 25 cm por encima del plano de la calle de rodaje aéreo para helicópteros, a una distancia de 0,5 veces la mayor anchura total de los helicópteros previstos a partir del eje de la calle de rodaje aéreo para helicópteros y de una pendiente ascendente y hacia fuera del 5%.

La superficie de las rutas de rodaje aéreo para helicópteros será resistente al efecto de la corriente descendente del rotor y en la superficie de las rutas de rodaje aéreo para helicópteros se preverá el efecto de suelo. Al realizarse operaciones simultáneas, las rutas de rodaje aéreo para helicópteros no se superponen.

Puesto de estacionamiento de helicópteros

Puesto de estacionamiento de aeronaves que permite el estacionamiento de helicópteros y, donde terminan las operaciones o el helicóptero toma contacto y se eleva para operaciones de rodaje aéreo. Las dimensiones de los puestos de estacionamiento son 1 "D" para cada caso, considerando "D" la distancia que va desde el extremo del rotor principal al extremo del rotor de cola, conteniendo un área dentro de la cual pueda trazarse un círculo de diámetro no menor que del helicóptero más grande para el cual está previsto.

Se deberá aplicar una pendiente en cualquier dirección que no exceda del 2%. La superficie deberá ser resistente a los efectos de la corriente descendente del rotor y estar libre de irregularidades que puedan afectar adversamente el despegue o el aterrizaje de los helicópteros y tendrá resistencia suficiente para permitir el despegue interrumpido de los helicópteros que operen en la Clase de performance 1.

En los puestos de estacionamiento de helicópteros, se tendría que disponer de un sistema de anillas de amarre o sujeción. Área de seguridad operacional del puesto de estacionamiento 69. Se extiende hacia afuera de la periferia del puesto de estacionamiento hasta una distancia de 3 m, cada lado externo del área de seguridad operacional es de 2 D, existe un pendiente lateral que se eleva a 45° desde el borde del área de seguridad hasta 10 m, en cuya superficie no penetran obstáculos.

Los objetos cuya función requiera que estén emplazados en el área de seguridad operacional:

- No sobresaldrán de una altura de 5 cm por encima del plano del área del puesto de estacionamiento y a una distancia inferior a 0,75 D del centro.
- No sobresaldrán de un plano cuyo origen esté a una altura de 25 cm por encima del plano del área del puesto de estacionamiento y a una distancia inferior a 0,75 D del centro y cuya pendiente ascendente y hacia fuera sea del 5%.

La superficie del área de seguridad operacional no tendrá ninguna pendiente ascendente o descendente que exceda del 4% hacia afuera del borde. La superficie del área de seguridad operacional será objeto de un seguimiento de su estado, realizándose constantemente tratamientos para evitar que la corriente descendente del rotor levante detritos.

Los puestos de estacionamiento se proyectarán teniendo en cuenta que las áreas de protección de estos no se superpongan entre sí o con las rutas de rodaje conexas y considerando que el helicóptero efectuará virajes estacionarios cuando opere sobre el puesto, por lo tanto, la dimensión mínima con el área de protección es de 2 D.

Superficies limitadoras de obstáculos

Al respecto, por estar los puestos de estacionamiento y calles de rodajes aéreos protegidos por las superficies limitadoras de obstáculos del Aeródromo, las operaciones se realizarán con procedimientos diseñados considerando los objetos significativos que afectan al mismo cumplimentando la finalidad de definir el espacio aéreo que debe mantenerse libre de obstáculos alrededor de los helipuertos para que puedan llevarse a cabo con seguridad las operaciones de helicópteros previstas y evitar que los helipuertos queden inutilizados por la multiplicidad de obstáculos en sus alrededores.

Asimismo, se manifiesta la necesidad de no permitir nuevos objetos ni ampliaciones de los existentes por encima de cualesquiera de las superficies indicadas, excepto cuando el objeto esté apantallado por un objeto existente e inamovible, o se determine con un estudio aeronáutico realizado por personal competente que el objeto no comprometerá la seguridad ni afectará de modo importante la regularidad de las operaciones de helicópteros.

Indicador de la dirección de viento

Se deberá visualizar por lo menos un indicador de la dirección del viento desde los puestos de estacionamiento. El indicador de la dirección del viento estará emplazado en un lugar que indique las condiciones del viento sobre la plataforma, de modo que no sufra los efectos de perturbaciones

de la corriente de aire producidas por objetos cercanos o por el rotor. El indicador será visible desde los helicópteros en vuelo, mientras realice el rodaje aéreo, en vuelo estacionario o sobre el área de movimiento.

El indicador de la dirección del viento deberá estar construido de modo que dé una idea clara de la dirección del viento y general de su velocidad. El indicador debe ser un cono truncado de tela y tener una longitud de 2.4 metros, diámetro mayor 0.6 metros y diámetro menor 0.3 metros como dimensiones mínimas.

Deberá emplazarse de modo que indique claramente la dirección del viento en la superficie y dé idea general de su velocidad. El color del indicador de la dirección del viento debería escogerse de modo que pueda verse e interpretarse claramente desde una altura de por lo menos 200 m (650 ft) sobre el helipuerto, teniendo en cuenta el fondo sobre el cual se destaque. De ser posible, deberá usarse un solo color, preferiblemente el anaranjado.

El indicador de la dirección del viento en el caso de que se considere destinado al uso nocturno estará iluminado. Ante la particularidad del emplazamiento en entorno antártico, la provisión del indicador de dirección del viento no resultará aplicable por las condiciones de engelamiento a las que estarán sometidos la tela que la conforma y el mecanismo de giro se debería analizar la posibilidad de emplazarlo en el momento previo a las operaciones o podrá eximirse de la instalación de éste, cuando se brinde información de la dirección e intensidad del viento por otros medios adecuados.

Señales de puestos de estacionamiento de helicópteros

Se deberá construir la señal de perímetro de puesto de estacionamiento de diámetro de 1D, color amarillo con una anchura de línea de 15 cm. De ser factible deberían construirse líneas de alineación y líneas de guía de entrada/salida. Serían continuas, de color amarillo y tendrán una anchura de 15 cm.

4.6.3 Operación del Aeródromo

Introducción

Esta sección tiene por objeto detallar las características y los requerimientos necesarios para llevar a cabo la implementación de operaciones aéreas en el proyecto.

Este Informe está basado en los datos preliminares disponibles resultantes del relevamiento realizado en el mes de febrero de 2022 y de otros datos obrantes tales como antecedentes, datos meteorológicos e informes previos realizados por parte de tripulación de la aeronave C-130 que cuenta con una amplia experiencia en operaciones aéreas antárticas.

En base al producto de la compilación de estos datos se inició el presente análisis con el fin de brindar una orientación inicial al proyecto, los cuales deberán complementarse con posterioridad según los estándares de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI). La base Petrel se encuentra comprendida dentro del TMA MARAMBIO (MBI) (Figura 60).

El TMA (Área de Control Terminal) es un área controlada situada en confluencias de las aerovías, en las cercanías de uno o más aeropuertos. El TMA permite tener bajo control a los vuelos instrumentales (es decir que vuelan basándose sólo con los instrumentos de navegación, y no con referencias visuales) que salen y llegan desde las aerovías, y en este espacio es donde debe ordenarse el tránsito aéreo de manera eficiente y segura. Cabe mencionar que esta función de ordenamiento de los tránsitos es llevada cabo por los ATCO (Operadores de Control de Tránsito Aéreo), que es el personal capacitado para prestar dicho servicio.

TMA MARAMBIO Círculo de 60 NM de radio con centro en VOR/DME MBI (641405S-0563712W). FL 450 2000FT AGL/AMSL CLASE DE ESPACIO AEREO: A- POR ENCIMA DE FL 195. B- POR ENCIMA DE FL 145 HASTA FL 195. C- DESDE 2000 FT AGL/AMSL HASTA FL 145.	TWR MARAMBIO MARAMBIO TORRE ESPAÑOL H 24	118.10 MHz 118.50 MHz	
CTR BASE MARAMBIO Círculo de 20 NM de radio con centro en VOR/DME MBI (641405S-0563712 W). FL 65 GND CLASE DE ESPACIO AEREO: C	TWR MARAMBIO MARAMBIO TORRE ESPAÑOL HJ	118.10 MHz 118.50 MHz	
DEPARTAMENTO INFORMACION AERONAUTICA	AMDT AIRAC 2/2018		31 ENERO 2019

Figura 60: TMA y CTR MBI

La estructura actual del espacio aéreo del TMA MBI es la publicada en la Publicación de Información Aeronáutica (AIP) de la República Argentina, y está definida conforme a lo que se detalla a continuación (Figura 88). Asimismo, en ese documento AIP se publica en la parte ENR 6 la CARTA DE NAVEGACIÓN EN RUTA INF-SUP 4 MARAMBIO, actualmente vigente.

Para mayor detalle, a continuación, se amplía la zona del TMA MBI.

Asimismo, con el fin de posibilitar la implantación de las operaciones aéreas en condiciones de vuelo instrumentales (IMC) en el proyecto AERODROMO PETREL se considera oportuna la creación de una Zona de Control (CTR). La CTR es un espacio aéreo controlado que se extiende desde la superficie del aeródromo hasta un límite vertical determinado. A la CTR se le asocia los servicios de tránsito aéreo de Torre de Control (TWR) y de Aproximación (APP). La función de la CTR es proteger los tránsitos que operan en el mismo espacio, de modo de contener las trayectorias de los Procedimientos de vuelo por instrumentos (IFP) propuestos a las pistas proyectadas 17/35 NPA* y 03/21 PA*.

*NPA (Aproximación de no precisión) y PA (Aproximación de precisión) se detallan en el Apéndice 2 “PROCEDIMIENTOS DE APROXIMACIÓN Y SALIDA DE AERÓDROMO”. De esta manera se propone crear una CTR PETREL (Fig. 61) dentro del TMA MBI con la instalación de una radioayuda a la navegación VOR DME para apoyar las aproximaciones, definiéndola a partir del centro de dicho VOR DME.

También puede estar definido desde el VOR MBI, según el siguiente detalle:

- Límite vertical: GND/FL50
- Límite lateral: Entre RDL 022 y RDL 345 VOR MBI
- Límite lateral: Entre ARCO 60 NM y ARCO 30 NM desde VOR DME MBI

Nota: Los límites laterales se pueden determinar por coordenadas geográficas en caso de fuera de servicio del VOR DME MBI.

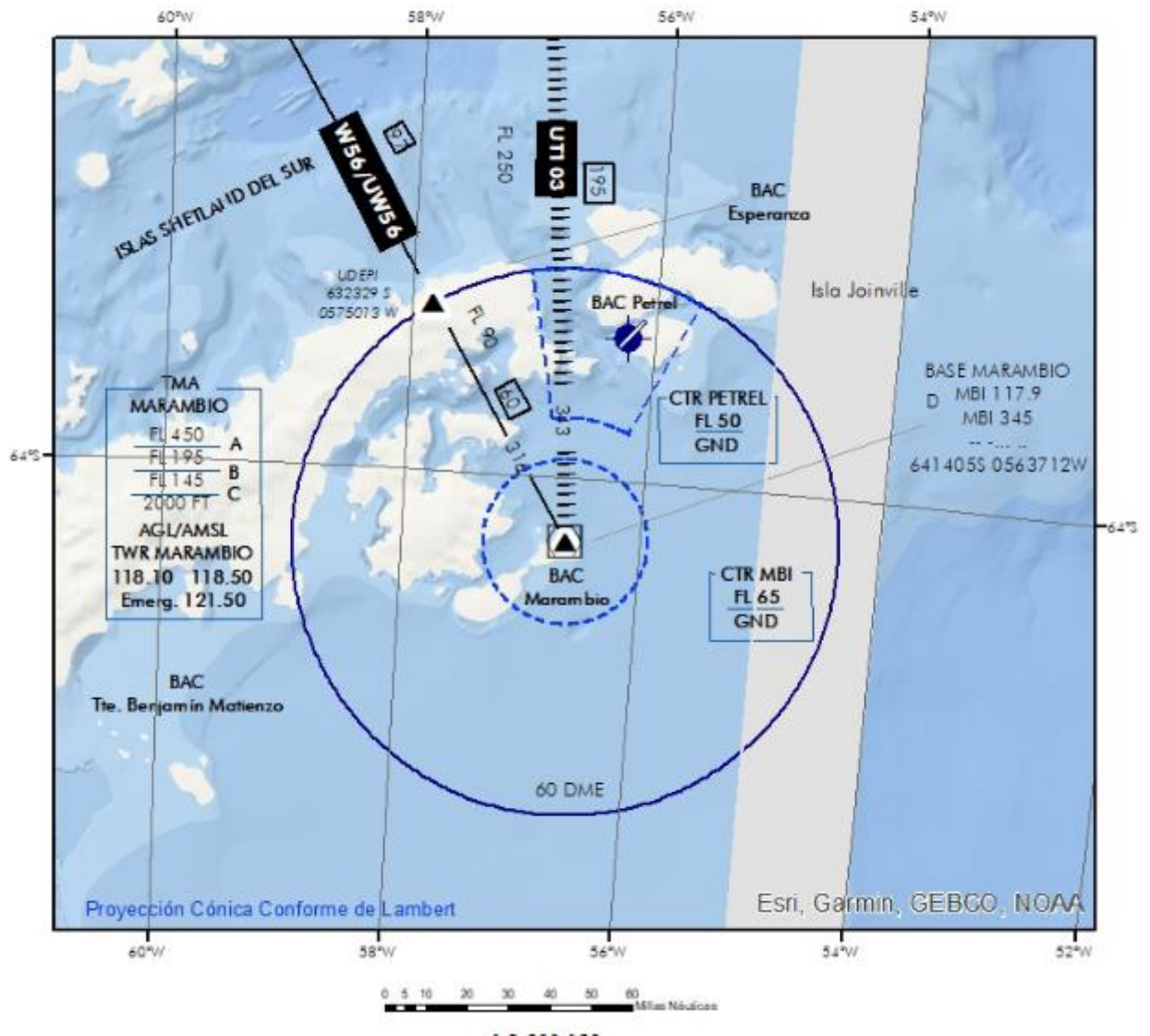


Figura 61: TMA MBI – CTR MBI – CTR PETREL

4.6.4 Rutas de aproximación y despegue

Los IFP (Procedimientos de vuelo por instrumentos), son procedimientos estandarizados en los cuales las tripulaciones de aeronaves vuelan trayectorias con guía de instrumental de navegación de abordaje, sin referencias visuales, y con la correspondiente protección de obstáculos. Los IFP pueden ser NPA, APV y PA⁸(Figura 62).

De acuerdo con la configuración de las pistas presentadas en el proyecto se determinan dos pistas con orientación 17/35 NPA y 03/21 PA. La diferencia entre estos radica principalmente en la ventaja operacional que ofrecen para el aterrizaje, resultando ser más limitativas las NPA, en

⁸ *NPA (Aproximación de no precisión), APV (Aproximación con guía vertical) y PA (Aproximación de precisión).

cuanto a mínimos de visibilidad se refiere. Luego las APV y las PA brindan mayor eficiencia para el aterrizaje. Es dable destacar que el PA necesita una infraestructura acorde en pista.

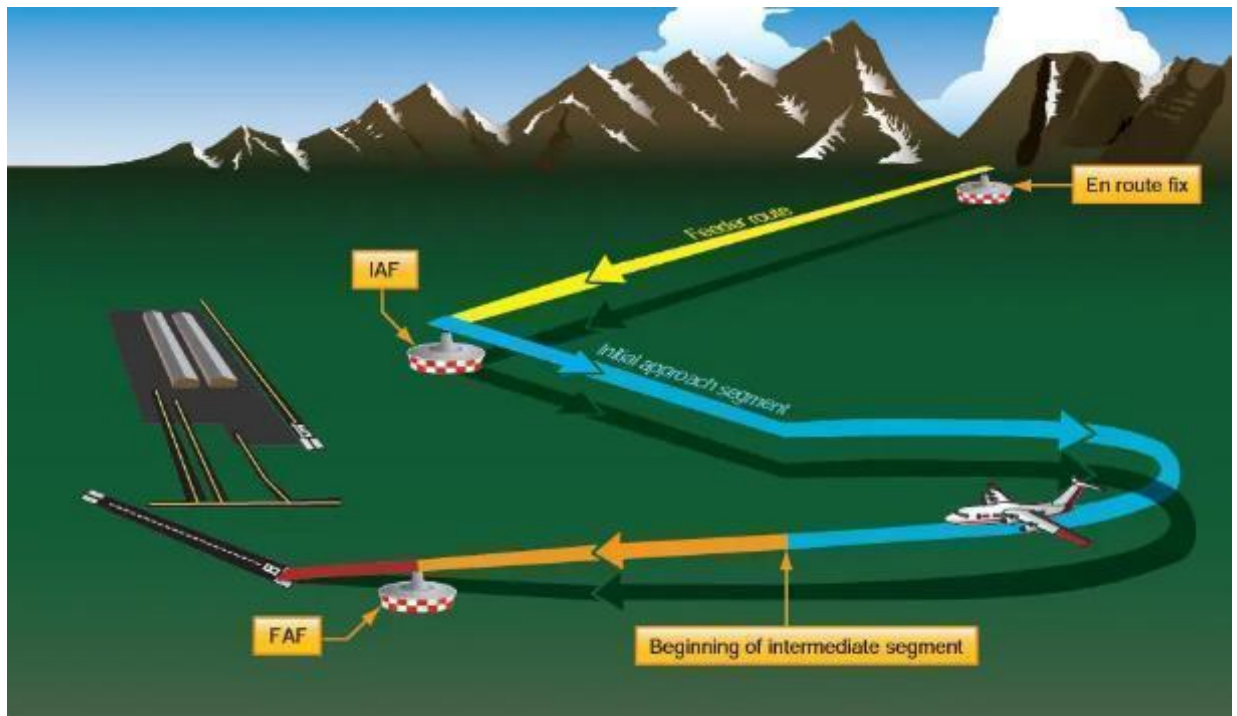


Figura 62: tramos de un IFP.

Los criterios para el diseño de los IFP están descritos en el Doc. 8168 PANSOPS - OACI. En dicho documento se detallan las áreas de franqueamiento de obstáculos para lograr operaciones seguras en IMC (Condiciones meteorológicas instrumentales).

Procedimientos de Aproximación Convencionales

Los IFP pueden desarrollarse en el marco de la navegación convencional o en el concepto PBN (NAVEGACION BASADA EN LA PERFORMANCE). La navegación convencional comprende el apoyo de la radioayudas en tierra, en tanto que el concepto PBN lo hace en función de la performance de navegación de las aeronaves apoyadas en sistemas satelitales.

En el aeródromo PETREL se prevé la instalación de una radioayuda VOR DME para apoyar las aproximaciones NPA a ambas pistas. Esta determinación está basada en que, ante la vulnerabilidad de la señal de los sistemas satelitales en latitudes antárticas, la alternativa a la navegación convencional la proporciona este tipo de aproximaciones.

Procedimientos de Aproximación RNAV y RNP

Los IFP en el concepto PBN (NAVEGACION BASADA EN LA PERFORMANCE) se desarrollan en base a la performance de navegación de las aeronaves apoyadas en sistemas satelitales. En el concepto PBN se encuentra dos tipos de especificación de navegación, la RNP y la RNAV. La RNP requiere más requisitos que la RNAV, pero ofrece mayores ventajas a la aproximación.

La aplicación de ambas dependerá de la capacidad de los sistemas de navegación de las aeronaves que estén aprobadas y que operen en el aeródromo.

A efectos de la implantación de las operaciones aéreas, en condiciones meteorológicas instrumentales (IMC), en el proyecto AD PETREL se considera: La implantación de IFP en IMC, como así también operaciones en VMC dentro de los márgenes de operación permitidos, a las pistas proyectadas 17/35 NPA y 03/21 PA.

Los IFP proyectados son IAC (Carta de aproximación por instrumentos, para su uso durante el aterrizaje), SID (Salidas normalizadas por instrumentos, para su uso durante los despegues) y STAR (Llegadas normalizadas al área terminal, apoyan la transición desde la aerovía a la aproximación) en el marco del concepto de navegación aérea PBN.



Figura 63: aeronave a utilizar, C-130

Con el fin de evitar dependencia de radioayudas terrestres, las propuestas de los IFP también están orientadas al uso del GNSS, y en una etapa avanzada la posibilidad de la aplicación de GBAS. No obstante, se puede proponer el uso de radioayudas (VOR) para aquellas aeronaves sin capacidad RNAV/RNP.

Las Figuras 64 detallan las trayectorias propuestas para pistas 03 PA y 35 NPA en color rojo, en tanto que las áreas de franqueamiento de obstáculos están graficadas en color verde.

De este modo se puede visualizar la situación de las trayectorias en relación con los obstáculos circundantes. Se incorporan DOS (2) procedimientos de espera para cada IFP. La trayectoria desde UDEPI determinará una STAR para conectar al IAF (Punto de Aproximación Inicial del procedimiento) de cada IFP según la pista en uso. Los IFP están circunscriptos en el CTR PETREL proyectado.

La Figura 64 detalla el área de franqueamiento de obstáculos de la trayectoria a pista 03. Los obstáculos destacados en los tramos de aproximación inicial, aproximación frustrada y tramo de espera.

La Figura 64 detalla el área de franqueamiento de obstáculos de la trayectoria a pista 35. Los obstáculos destacados en el tramo de aproximación frustrada. Los IFP están proyectados en el concepto PBN y para la especificación de navegación RNP, por ello es dable destacar algunos asuntos relacionados a los mismos desde el punto de vista operacional. Este tipo de IFP deberá cumplir con procesos relacionados a la implantación, la validación en tierra y validados en vuelo en VMC (Condiciones meteorológicas visuales), con el fin de comprobar la performance de la aeronave en el desarrollo del vuelo, y asegurar el correspondiente franqueamiento de obstáculos

en todas las fases del vuelo. Las aproximaciones RNP VNAV deberán ser especialmente validadas en función de las temperaturas bajas reinantes en la zona.

Operación de Helicópteros

Así como los aviones, los helicópteros pueden realizar aproximaciones por instrumentos acorde a la capacidad de los sistemas de navegación de estos. Los criterios para el diseño de aproximaciones por instrumentos para helicópteros también están descritos en el Doc. 8168 PANS-OPS - OACI. Es posible diseñar IFP para helicópteros de tipo convencional y PBN, no obstante, existe la posibilidad de diseñar PinS (Punto en el espacio), que tienen otras ventajas.

Los PinS difieren de los otros tipos de aproximación por instrumentos, en la infraestructura necesaria en los helipuertos. Para implementar PinS no es necesario operar en una pista o helipuerto habilitado para uso IFR (Reglas de Vuelo por Instrumentos). Los PinS son aplicables a cualquier helipuerto que cumpla con el despeje necesario de obstáculos según el Anexo 14 OACI, tanto en el despegue como en el aterrizaje. Asimismo, existen PinS para salidas y para aproximaciones, y pueden estar conformados por tramos directos, tramos en maniobra visual y tramos en vuelo visual (VFR-Reglas de Vuelo Visual).

A continuación, a modo de ejemplo, se detalla un PinS de SALIDA (Figura 130) desde la BA PETREL hacia MBI detallando en color rojo la trayectoria nominal y en color naranja las áreas de franqueamiento de obstáculos.

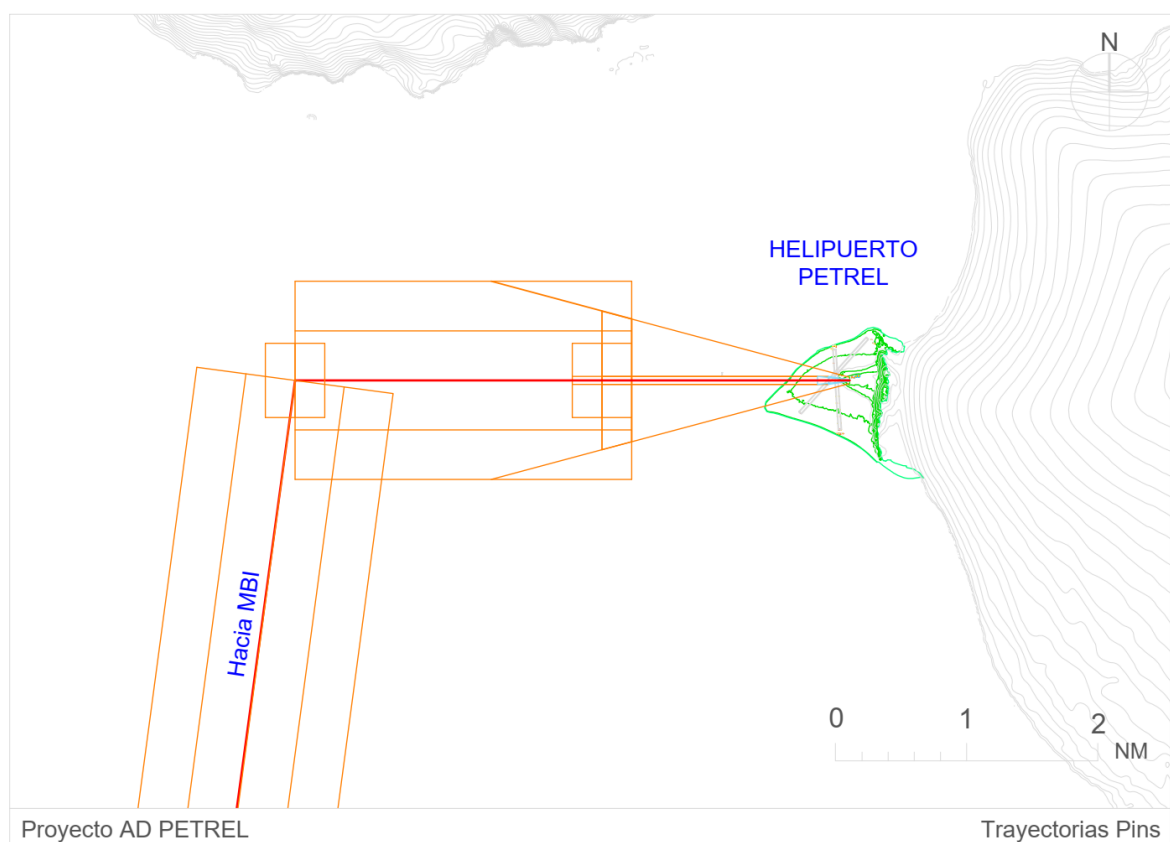


Figura 64: trayectoria de salida de Helicópteros desde Base Petrel.

4.6.5 Instalaciones para el aeródromo

4.6.5.1 Terminal de Pasajeros y Torre de Control

La Torre de vuelo y Terminal de pasajeros estará ubicada en la actual posición en que se encuentra el Galpón I, en el extremo Oeste de la plataforma superior del cabo Welchness. Constituirá un solo edificio de tres plantas, que contendrá todos los servicios de Terminal de pasajeros propiamente dicho (con sus correspondientes baños), servicio contra incendio (oficinas y estacionamiento de la autobomba), comunicaciones, meteorología, jefatura del aeródromo y torre de control.

Ocupará una superficie del suelo de 341 m² y tendrá un total de 646 m² útiles para servicios. Prestará los siguientes servicios:

- Comunicación y Navegación Aérea: Los equipos de comunicaciones estarán de acuerdo con las normas internacionales de la OACI y estarán instalados en la Torre de Vuelo.
- Servicio de Salvamento y Extinción de Incendios de Aeronaves (SEI): Se dispondrá de una autobomba autopropulsada 4x4, del tipo OSHKOSCH o ROSEMBAUER, en cumplimiento a las normativas vigentes.
- Terminal de pasajeros: La terminal deberá disponer de un espacio físico suficiente para albergar hasta 80 personas en tránsito, con calefacción y sanitarios adecuados. Aspectos que permitirán mantener a los pasajeros concentrados luego de haber hecho su check in.
- Balizamiento e indicación de pista: Inicialmente se empleará sistema de balizamiento móvil del tipo NAVITRONIK o similar, con batería y telecomandado por radiofrecuencia hasta tanto, se defina el sistema fijo más adecuado y resistente a las inclemencias meteorológicas.
- Estación meteorológica: Se encontrará en el edificio de la Terminal de pasajeros y Torre de control. Además, se instalarán 1 / 2 estaciones meteorológicas como ayuda a la navegación aérea. Prestará el servicio de pronóstico con el apoyo de la Estación Meteorológica de base Marambio.
- Torre de control: Se ubicará en el mismo edificio que la Terminal de pasajeros. Desde allí se realizará la coordinación de las aeronaves a arribar y desplegar en la BAP. Esta ubicación y altura, permite un control visual directo sobre ambas pistas de aterrizaje, la plataforma operativa para aviones, la calle de rodaje y la plataforma operativa para helicópteros.
- Comunicaciones aéreas: Se efectuarán y coordinarán las comunicaciones relacionadas con el Servicio Meteorológico Nacional, y con las aeronaves en vuelo o por aterrizar o despegar. Prestará el Servicio de Información Aeronáutica (ARO-AIS) y Comunicaciones.

Se optó por la construcción en seco para minimizar el impacto ambiental y optimizar las aislaciones, utilizando panelería tipo PIR de un espesor de 20 cm exterior (con una cámara de aire de 15cm) y de 10 cm en el interior. La estructura metálica está conformada por pórticos transversales de acero de alma llena ubicada entre panelerías.

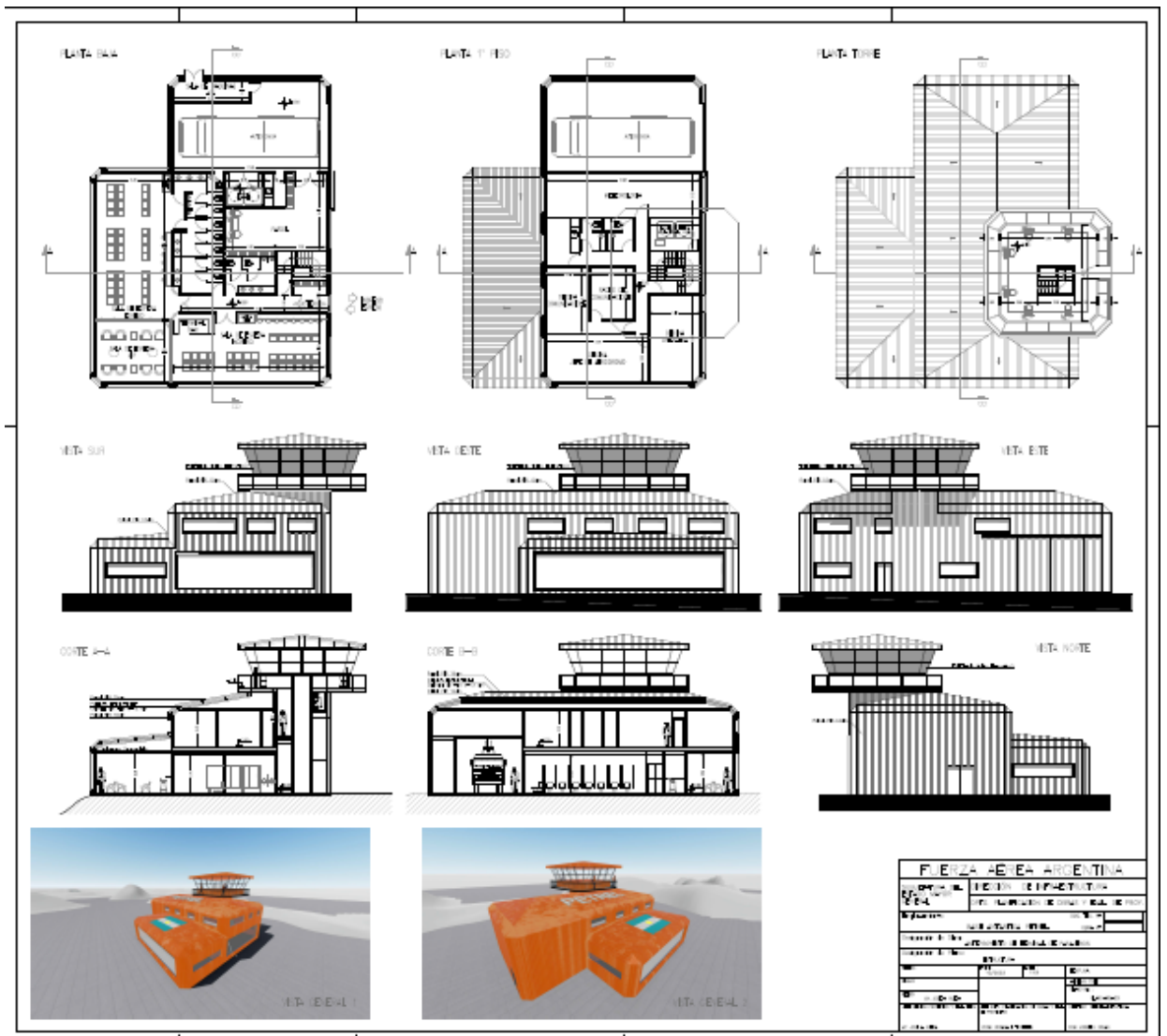


Figura 65: planos de la terminal de pasajeros y torre de control.

Las plantas se organizaron de manera tal que resulten funcionales para el óptimo desarrollo de las tareas necesarias dentro de un aeródromo en la Antártida. El edificio se encuentra distribuido de la siguiente manera:

- Planta Baja: Alberga todas las áreas de circulación públicas propias de la Terminal de Pasajeros, tales como: Sala de Ingreso 54 m², Sala de Egreso 56 m², Sala de ingreso/egreso preferencial de 24 m² y Sanitarios Públicos. Asimismo, se encuentra el Servicio de Contraincendios a nivel +/-0.00 para facilitar la reacción inmediata en caso de ser necesario y tener conexión directa con las pistas.
- Planta Alta: Desarrollada en 255 m², se encuentran todos los servicios propios al Aeródromo: Oficina del Jefe de Aeródromo, Oficina de Comunicaciones, Oficina AROAIS,

Oficina Meteorología, Rack de Comunicaciones, y servicios complementarios como sanitarios (femenino y masculinos), office y sala de Tanques Cisterna.

4.6.5.2 Nuevos Locales en Hangar Existente

El proyecto implica emplazar nuevos locales en el interior del Hangar existente en la Base Antártica Petrel, en el que se prevé el hangaraje de las aeronaves MI-171e y Bell 412. La provisión de dichos locales se organizó en dos módulos enfrentados, los cuales se diseñan ubicados en los laterales traseros del Hangar, y cuyas dimensiones resultan en 3,40m de frente para cada módulo, 12,40m de profundidad, y una altura máxima de 2,40m; en cumplimiento con el requerimiento operativo de contar con una superficie cubierta de 84 m² distribuidos en Planta Baja, en los que se diseñaron espacios para: Taller, Depósito, Sala de Técnicos, Sala de Pilotos, y Sanitarios.

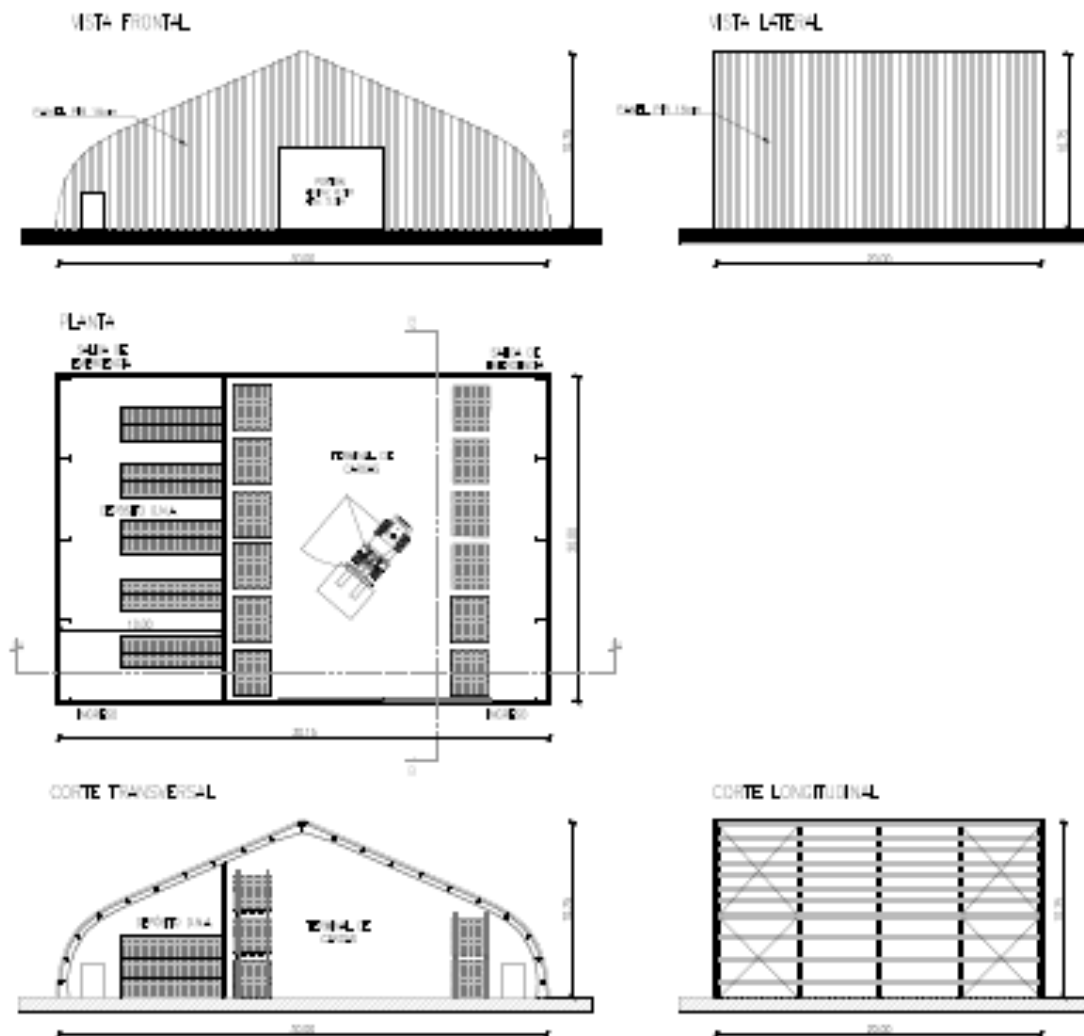


Figura 66: plano del hangar de la base Petrel con las modificaciones para los nuevos locales.

El hangaraje de las aeronaves se prevé de forma tal de situar el Bell 412 (De palas plegables) en el sector trasero del Edificio, ubicado entre los nuevos locales y, por consiguiente, el helicóptero MI-171 quedará dispuesto en el sector delantero. La orientación del portón de ingreso del Hangar es hacia el Este, dejando el portón trasero solo para salida de emergencia, ante una eventual evacuación.

Los módulos de locales serán montados con tecnología de construcción en seco, y llevarán un nuevo piso de tipo flotante con aislante térmico, que se apoyará sobre el pavimento de hormigón existente. Los cerramientos perimetrales, internos y de cielorrasos, serán de placa de roca de yeso con aislante térmico. Se incluyen las instalaciones eléctricas, con su correspondiente protección reglamentaria, además de las sanitarias y de datos necesarias, que precisa el personal destinado a los trabajos en estas áreas operativas.

4.6.5.3 Hangar para Helicóptero MI-17

La planta se organizó en una superficie de 1.265 m², cuyas dimensiones resultaron en 36m para el frente, 35m de profundidad, y una altura máxima de 12.9m; en la necesidad de hangarar una aeronave con las distancias de seguridad necesarias y libre de obstáculos. Además, se cumplimentó el requerimiento operativo de contar con una superficie cubierta de 328 m² para locales y oficinas distribuidos en Planta Baja y Planta Alta, de los cuales se diseñaron los espacios para: Taller de Baterías, Depósito de Lubricantes y Normalizados, Depósitos de Repuestos, Taller de Servicio y Pañol MI171E/Aviónica, Taller de Inflados de Flotadores, Laboratorio, Servicio Configuración y Taller, Sala de Pilotos, Oficina Técnica y Biblioteca. Además, cuenta con instalaciones sanitarias.

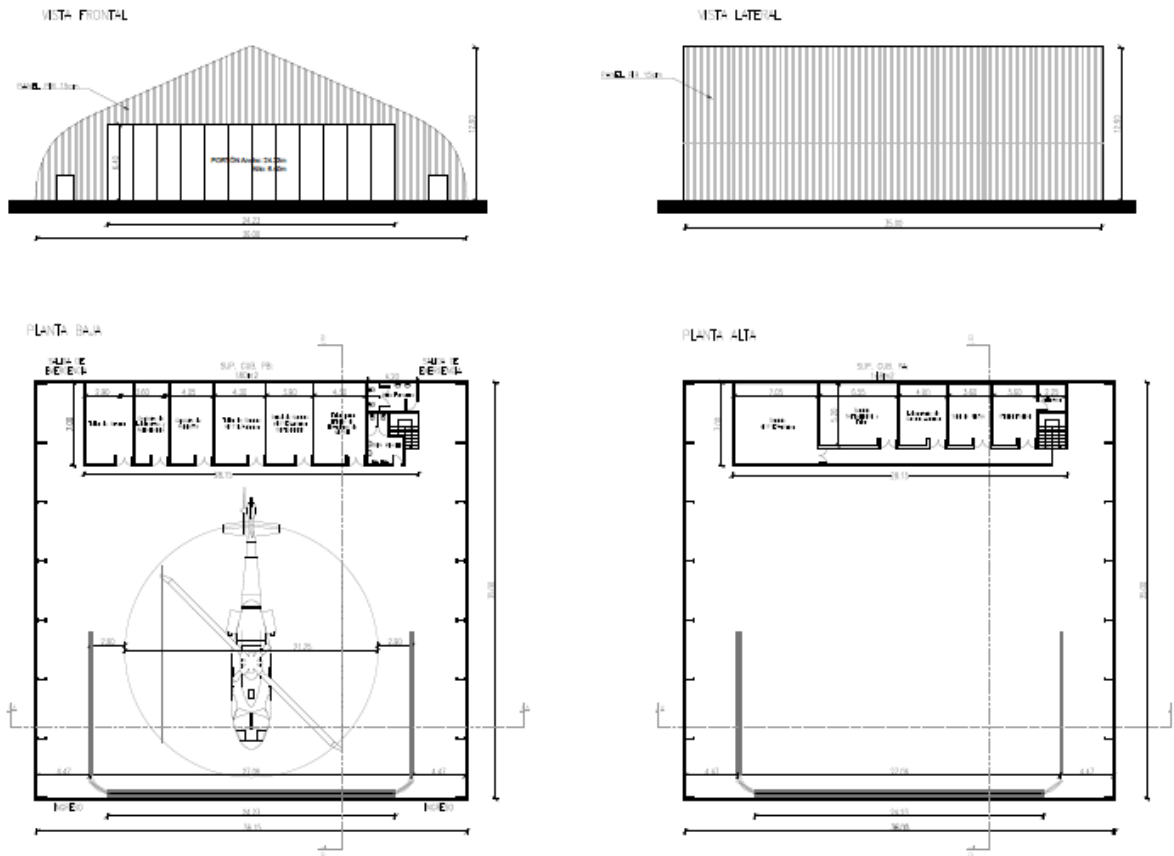


Figura 67: planos del hangar para MI-17

El hangaraje de la aeronave se realiza a través de un portón de acceso de 24.23m de ancho y 6.4m de alto. La orientación del frente del Hangar es hacia el Oeste. En la altura que queda por sobre la línea del dintel del portón, permite colocar elementos de utillaje para efectuar izajes y movimientos necesarios para los trabajos de inspección/repación de la aeronave, además de otros medios de sujeción, considerados como elementos de protección (Líneas de vida, etc.), para el personal que realiza tareas de mantenimiento.

La estructura se diseñó en acero de calidad F-36, de alma llena y con secciones de alturas variables, a los fines de optimizar el peso propio, con el consecuente ahorro de material. En la envolvente del Hangar se utilizarán paneles sándwich tipo P.I.R de 20cm espesor. Los entresijos interiores que funcionan como oficinas y talleres serán también de estructura metálica, y cerrados con paneles prefabricados de roca de yeso. El piso del Hangar se plantea con subestructura y placas de aluminio, con aislante térmico.

Las principales características del perfil de esta estructura debido al ángulo optimizado de inclinación de la cubierta, es la resistencia a las acciones dinámicas de vientos de hasta 300 km/h, confiriéndole además una buena performance para evitar la acumulación de nieve.

4.6.5.4 Depósito y Bomba de JP1

El Parque de Cisterna JET-A1 se encuentra dentro de la Base Antártica Petrel, a unos 40m al Sudoeste del Hangar MI; a 170m al Sur de la terminal de cargas y Depósito DNA; a 160m al Sur del

Hangar; a 190m al Sudeste de la Terminal de Pasajeros y a 120m al Sudoeste del Alojamiento de Emergencia y Gimnasio. La ubicación responde principalmente a la seguridad sobre las instalaciones, y la posibilidad de contención ante cualquier derrame.



Figura 68: modelo de cisternas de JP1 para la Base Petrel.

La base del parque tendrá 18,00m de largo y 9,00m de ancho. Por otro lado, los tanques cisterna que almacenarán el combustible, serán de 2m de diámetro y 5 m. de largo. El parque solamente se usará para ubicar los tanques cisterna, almacenar el respectivo combustible y brindárselo a las aeronaves que requieran de abastecimiento de este.

El parque contará con DOS (2) o más tanques horizontales (cisternas) hasta alcanzar la capacidad de almacenamiento de 35000 lts de combustible, cantidad necesaria para alcanzar el volumen de UN (1) tanque del C-130. Se debe poder acceder a las cisternas mediante una escalera para control y mantenimiento de estos.

Bomba de Traslase

Para la impulsión del combustible JET-A1 se adopta como hipótesis de inicio, la propuesta del personal de la Base siendo esta, la utilización de DOS (2) bombas neumáticas de doble diafragma marca INDESUR, Modelo: D50ALYXN - AB - X.2. Dichas bombas realizarán el transporte del fluido por medio de un cambio de presión generado por los diafragmas mencionados. Tienen la característica de ser de presión y caudal variable y su mantenimiento es muy sencillo.

Cañerías

Se proyectó que el trazado de la cañería de impulsión sea de acero criogénico tipo ASTM A333 Grado 6 SCH40 DN 3" Sin Costura de espesor mínimo $t = 5,49\text{mm}$. Esta cañería puede soportar las temperaturas antárticas sin la necesidad de un recubrimiento exterior y fue la seleccionada como solución para el proyecto de similares características en la Base Antártica Petrel. El mismo debe ser arriostrada al terreno mediante anclajes o soportes metálicos según la dirección de la misma y topografía del terreno.

Las características de la cañería y mangueras, soportes y anclajes varían según la necesidad a suplir por los mismos, variando desde cambios de dirección, continuidad de traza, unión de empotramiento, etc. Estos soportes fueron verificados a través del software de cálculo RAM

Elements V8i, ante combinaciones de carga como el peso propio, sobrecarga e impacto de rocas ante posibles temporales. A partir de las características y propiedades que tienen los materiales, tanto de las cañerías como de las mangueras, se tuvo en cuenta sus rugosidades para el posterior cálculo y verificación de la bomba.

- Rugosidad de la cañería de acero: 0,000046 m [P]
- Rugosidad de la manguera: 0,000010 m [P]
- Diámetro de la cañería de acero: 3 pulgadas [C]
- Diámetro de las mangueras: 2 pulgadas [C]

Mangueras

Para la impulsión del combustible JET-A1 se adopta como hipótesis de inicio. En cuanto al trazado de la cañería de succión constará de una triple conexión mediante acoples rápidos que irán conectados a mangueras tipo Dunlop Antártica Argentina - FT M1174" de DN 2" y estas últimas conectadas a cada uno de los Rolling Tanks y otra para la conexión entre este sistema de colectores y la cañería fija en sí. Todas estarán fraccionadas en una longitud máxima de 5 m para poder tener la característica de no ocupar demasiado espacio y facilitar el manejo de estas.

Protección contra derrames

El parque de cisternas de combustible JP1, tendrá su correspondiente batea antiderrame, condición necesaria para que el parque pueda ser empleado para el almacenamiento del combustible. Se construirá una batea de similares características a la descrita en el proyecto de Tanque Verticales.

Normas, reglamentos y pliegos que regirán para la obra

Se utilizará como referencia la Ley 13.660 y el Decreto N° 10.877/60 relativos a la seguridad de las instalaciones de elaboración, transformación y almacenamiento de combustibles sólidos, minerales, líquidos y gaseosos.

Método constructivo y materiales a emplear

Como se mencionó anteriormente, en este proyecto se contempla la construcción de dos tanques horizontales de 2,00m de diámetro y 5,00m de longitud. El mismo estará hecho de acero inoxidable 304/l y 316/l. Los materiales que lo componen son:

- Chapa de 2000 x 6000 x 6 mm
- Chapa de 2000 x 6000 x 4 mm
- Perfil ángulo de alas iguales 2 ½" x ¼"

Sistemas de condiciones ambientales

Dadas las características de la zona de implantación de la red y el hecho de tratarse de una nueva estructura se deberá cumplir con el código de edificación. No obstante, en aquellos puntos que no se encuentren especificados, en pos de una adecuada y eficiente solución y diseño.

De esta manera, se entiende que a la hora de la elección de los materiales y sistemas constructivos se deberán garantizar las condiciones de higiene, salud y protección del medioambiente. Es por esto que se recomienda complementarse con la presentación de un programa de control ambiental y reducción de efectos.

Se destacan:

- Protección frente a la humedad
- Recolección y evacuación de residuos
- Protección de calidad del aire
- Protección de hidrología superficial y subterránea
- Protección de paisaje, vegetación y fauna
- Protección de hallazgos arqueológicos, paleontológicos y de minerales de interés científico
- Ahorro de energía y aislamiento térmico

4.6.5.5 Equipos de puesta en marcha

Se contará con equipos de puesta en marcha de aeronaves, complementado con equipos de aire a presión, equipos de calefacción con ductos flexibles para precalentado previo a la puesta en marcha. Estos equipos se encontrarán dentro del Hangar existente.

4.6.5.6 Parque Vial para Servicio de mantenimiento de pista

Para los trabajos requeridos por una pista de aterrizaje con estas características y en este ambiente geográfico particular, se requiere de equipos viales definidos los cuales necesitan de una instalación para su guarda y mantenimiento, ubicada dentro del sector aeroportuario.

Dichos vehículos serán motoniveladoras, retroexcavadora, rodillo y camiones volcadores. Los vehículos serán guardados en el Parque automotor o, mientras no se emplee el hangar para la operación de helicópteros se los podrá aparcar allí.

4.6.5.7 Plataforma de operación

La correspondiente a aeronaves estará en el sector próximo a la intersección de ambas pistas. No penalizará la operación de aterrizaje y despegue por otras aeronaves. Habrá una segunda plataforma de operaciones en proximidades del hangar que será empleada por helicópteros.

4.6.6 Construcción y mantenimiento de la Pista

La construcción de la Pista tendrá las siguientes etapas:

- La Etapa 1 del proyecto, comprendería la construcción de la pista principal 03/21 para operaciones de precisión, 2 helipuertos (para B-412 y Mi-17), con calle de rodaje, plataforma de aeronaves y cargas en el sitio peninsular inferior. Cartas de procedimientos. Calles vehiculares, luces de aeródromo. Infraestructura de la terminal

de pasajeros, de oficinas operativas, de torre de control y de servicios concurrentes. Radioayuda VOR/DME. Comunicaciones.

- La Etapa 2 del proyecto, incorpora la construcción de la pista secundaria 17/35 para operaciones de no precisión, 2 helipuertos (para B-412 y Mi-17), calle de rodaje, plataforma de aeronaves y cargas en el sitio peninsular superior.

En esta sección de la EMG se exponen los resultados de las investigaciones geotécnicas realizadas a partir del año 2006 en el cabo Welchness (63°29'S, 56°14'W), de la isla Dundee (Antártida), donde se halla ubicada la Base Petrel⁹. En el verano 2024 se tendrá un nuevo informe actualizado con la información recolectada en las campañas 2017 y 2023 (ver Anexo 9- análisis geotécnicos).

4.6.6.1 Metodología para la construcción del terraplén y consolidación de las pistas

Con la finalidad de actualizar la información geológica para la construcción de la pista, durante el verano de 2022 se realizaron nuevas medidas y ajustes sobre la orientación de las pistas y sobre la metodología para su construcción. Finalmente, sobre la planicie baja del Cabo Welchness se proyectaron emplazar dos pistas de aterrizaje, lo cual requiere de trabajo de movimiento de suelo para cumplir con las exigencias normativas vigentes en materia aérea. En la siguiente imagen, se ilustran las superficies a ocupar por las pistas de aterrizaje y calle de rodaje. Estas superficies están indicadas en el terreno por medio de jalones con cierto código de colores como se muestra en las fotos para cada pista.

⁹ El estudio para la línea de base es “Estudio geocriológico – geotécnico para el diseño de la pista aterrizaje en la planicie del Cabo Welchness – Isla Dundee, Península Antártica” de Evgeniy Ermolin, Adrián Silva Busso, Rodolfo del Valle y Jorge Lusky* del Instituto Antártico Argentino de 2006.

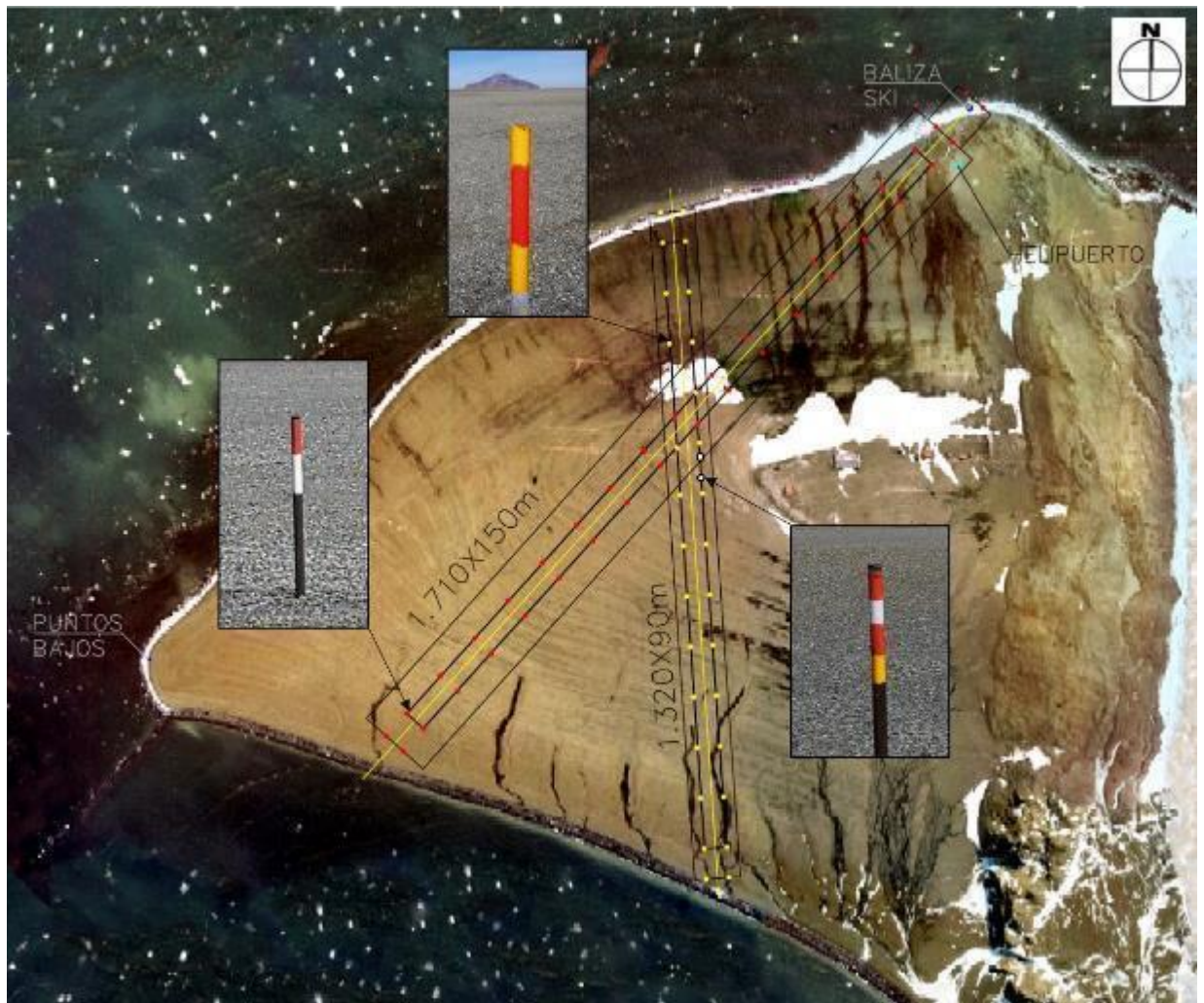


Figura 69: Implantación de las pistas de aterrizaje en la BAP y la tipología de jalones empleados para su señalización

La primera exigencia a ejecutar sobre las franjas de pistas jalonadas en la planicie baja es la de compactar el terreno natural. Para lo cual, se debe considerar un margen por fuera de los jalones de 10 metros a cada lado en todos los casos, sobre la cual se realizarán 3 pasajes o más con el compactador, debiendo evaluar que el suelo cuente con la humedad adecuada para obtener una mayor eficiencia. Al observar que el terreno no cede, se efectuarán 2 o más pasadas con el vibrocompactador, debiendo efectuar las mismas evaluaciones anteriores a fin de obtener la máxima compactación del terreno natural antes de iniciar con el relleno de suelo y nivelación.

Sobre ambas pistas, se deberán ejecutar diferentes exigencias de trabajo para llegar a obtener la cota de proyecto deseada. En un sector menor, se deberá efectuar el relleno y levante con suelo de aporte desde las morrenas, y el resto del trazado exigirá una nivelación del terreno en el lugar que permitirá obtener los levantes de menor magnitud y el posterior perfilado de proyecto.

Levante – secuencia de trabajo (etapa inicial)

Una vez efectuada la compactación del terreno natural del sector donde se emplazarán ambas pistas de aterrizaje, se deberá iniciar con la secuencia de trabajo descrita a continuación.

Pista de aterrizaje principal (puntos bajos - baliza sky)

Como se representó, el “levanto” del terreno se debe ejecutar desde el pie de las morenas hasta el jalón de los 1+200, debiendo alcanzar las alturas respecto del terreno natural que se indican en los siguientes esquemas.

En ese sector de la pista, se encontrarán los jalones con la siguiente referencia en forma de anillo pintada de color amarillo donde indican que el borde inferior de la marca es el punto de apoyo para medir el levante deseado. Se debe considerar que esa línea está hecha a 70 cm del terreno natural, por cualquier replanteo que sea necesario efectuar.



Figura 70: Marcación con anillo amarillo para mediar hacia arriba la altura de relleno necesario para el proyecto.

Los pasos principales de la secuencia a desarrollar para alcanzar una primera etapa de nivelación e impedimento de existencia de agua en la zona de los trabajos son los siguientes:

- Extracción de suelo.
- Traslado y distribución.
- Nivelación y compactación
- Control

Extracción de suelo

La extracción del suelo de aporte para levantar el sector más comprometido de la pista principal será proveniente de la zona de las morrenas que se encuentran en proximidad a la baliza SKY, teniendo la siguiente consideración importante:

- Debido a que las morrenas presentan cierta homogeneidad por sectores, pero no así en toda su extensión, se DEBERÁ trasladar preferentemente, un camión de cada sector en forma ALTERNADA, a fin de permitir la mezcla del suelo durante la etapa de esparcimiento y distribución en la zona a efectuar el levante.

- Otra alternativa es, si por la distancia entre canteras es mayor y esto genera demoras mayores en el ciclo de trabajo, intercalar la volcada de cada camión sobre el sector de relleno, a fin de dejar el lugar para cuando se realice la extracción de suelo del otro punto de referencia.

ACLARACIÓN: Es importante cumplir con la observación efectuada más arriba a fin de asegurar, con los pocos medios disponibles, una mezcla del suelo más adecuada con el material existente, tanto por el tamaño de las partículas como de las características geotécnicas de un sector y otro.

Traslado y distribución

Para el traslado del material de aporte, el encargado o responsable de dirigir las tareas diarias, deberá ir estudiando el ciclo de trabajo para evitar tener equipos viales y camiones sin actividad. Es decir que, su plan de trabajo se deberá ir ajustando en función a la experiencia que vayan obteniendo, la destreza de los operadores y dificultades que puedan irse presentando. El esparcimiento del suelo debe buscar mezclar el suelo de una camionada con otra a fin de lograr una distribución homogénea entre los distintos sectores de extracción de las morrenas.

Debido a la gran diferencia de niveles que existe en la zona baja en proximidad a la baliza Sky, la distribución del suelo primero deberá buscar nivelar el terreno más bajo a fin de evitar que el agua de mar siga ingresando en la zona de la futura pista. Para lo cual, debe asegurar permanentemente una pendiente favorable hacia la costa, para evitar que quede agua del derretimiento de la nieve o permafrost, sin posibilidad de ser evacuada naturalmente.

Nivelación y compactación

Las capas de suelo esparcido y nivelado no deben ser mayor a un espesor de 15 cm, a fin de permitir que el rodillo compactador actúe sobre todo el suelo nuevo, de lo contrario existirán sectores del terreno con mala estabilidad a futuro.

Previo a cada ciclo de compactación, se deberá evaluar el contenido de humedad para obtener mayor eficiencia en el trabajo del rodillo compactador, independientemente de la etapa de compactación o vibrocompactación. Una evaluación de campo es considerar si nevó el día anterior y el suelo presenta humedad moviendo la capa superior, de lo contrario se deberá realizar un riego con agua de mar previo al trabajo de compactación.

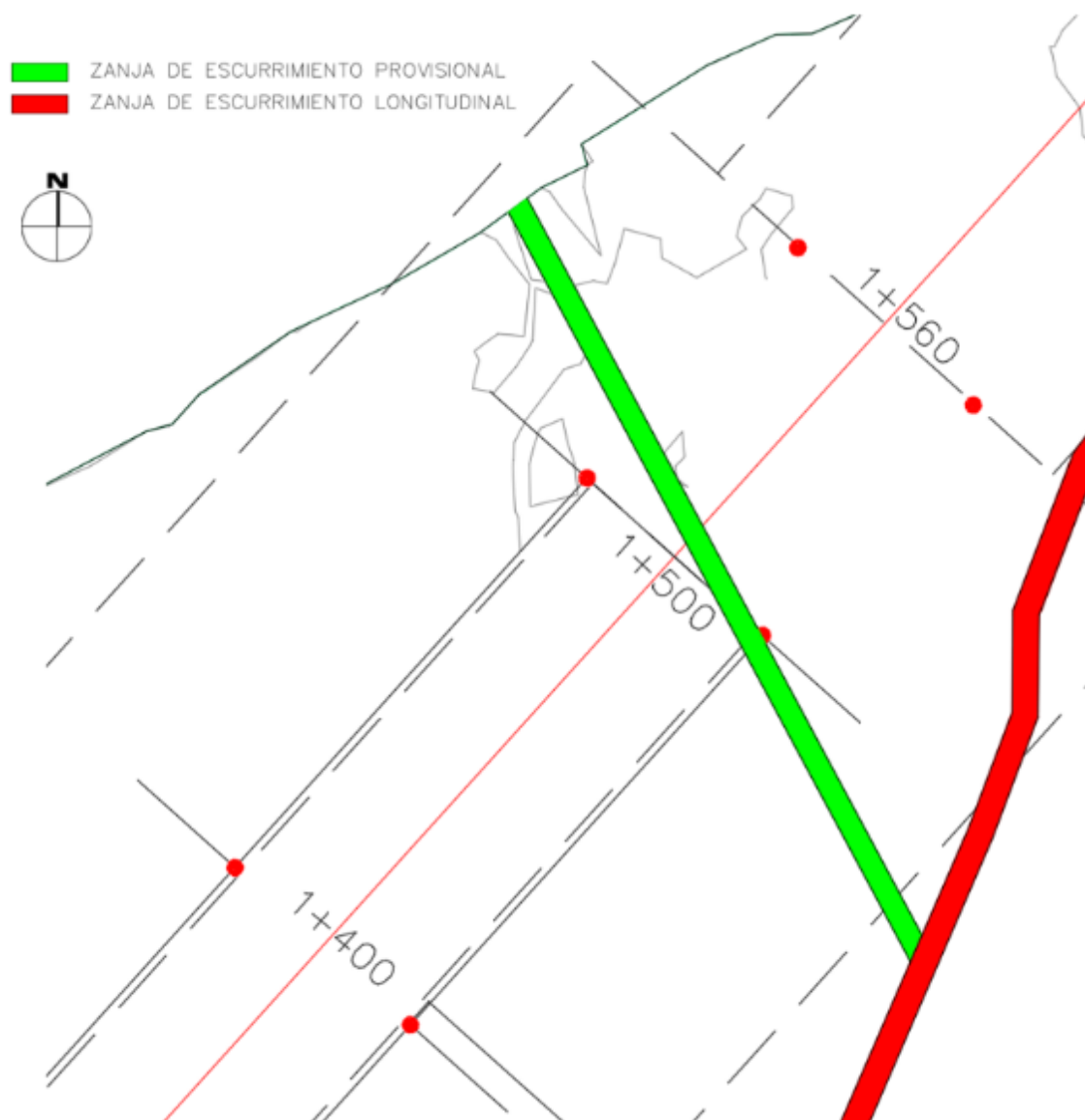


Figura 71: Lugar propuesto para el encauce provisorio.

Control

El control sobre cada etapa del proceso y el cumplimiento de las recomendaciones es fundamental para asegurar que tanto el tiempo de trabajo del personal y equipos, como el consumo de combustible y lubricantes, sean de utilidad y avance sólido para la infraestructura a montar sobre los terrenos trabajados.

Hasta tanto no se disponga en la base de un nivel óptico necesario para el control de las cotas alcanzadas finalizada cada etapa, el jefe de obra deberá adoptar jalones auxiliares en el campo para apoyarse para el control final.

Siendo que no es la única tarea en la base de la cual se requiere el empleo de los equipos viales y camiones se deberá planificar con antelación suficiente y coordinando con el jefe de base, que medios se dispondrán al día siguiente, el personal disponible y tareas factibles de ejecutar.

Levante – secuencia de trabajo (etapa final)

Luego de haber rellenado y consolidado el sector más bajo del terreno (en proximidad a la Baliza Sky), donde existe presencia de agua de mar y también proveniente del derretimiento del permafrost, se organizarán los trabajos de la siguiente manera:

1) Se procederá a la marcación de la primera cancha de trabajo, desde el pie de las morrenas hasta la progresiva 1+500 aproximadamente, dependiendo del terreno y del relleno ejecutado en la primera etapa, el límite estará condicionado por la canalización provisoria marcada con anterioridad, asegurando el permanente escurrimiento superficial hacia el mar, no quedando estancada agua por los movimientos de suelo en ejecución.

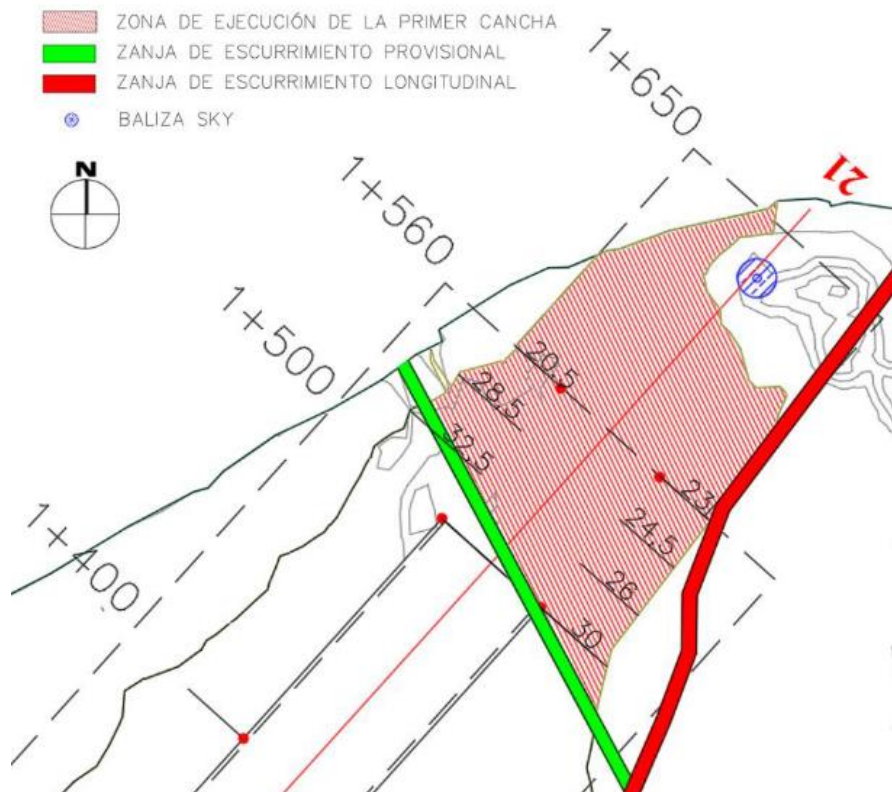


Figura 72: Ubicación de la primera cancha hasta la zanja transitoria.

En la siguiente imagen se ilustra la zanja longitudinal que a medida que avancen los levantamientos del sector de pista, se deberá ir consolidando para asegurar el encauce de las aguas de los derretimientos de nieve en el verano. En esa imagen se pueden observar las distancias de referencia indicadas desde la línea de jalones existentes en el campo.

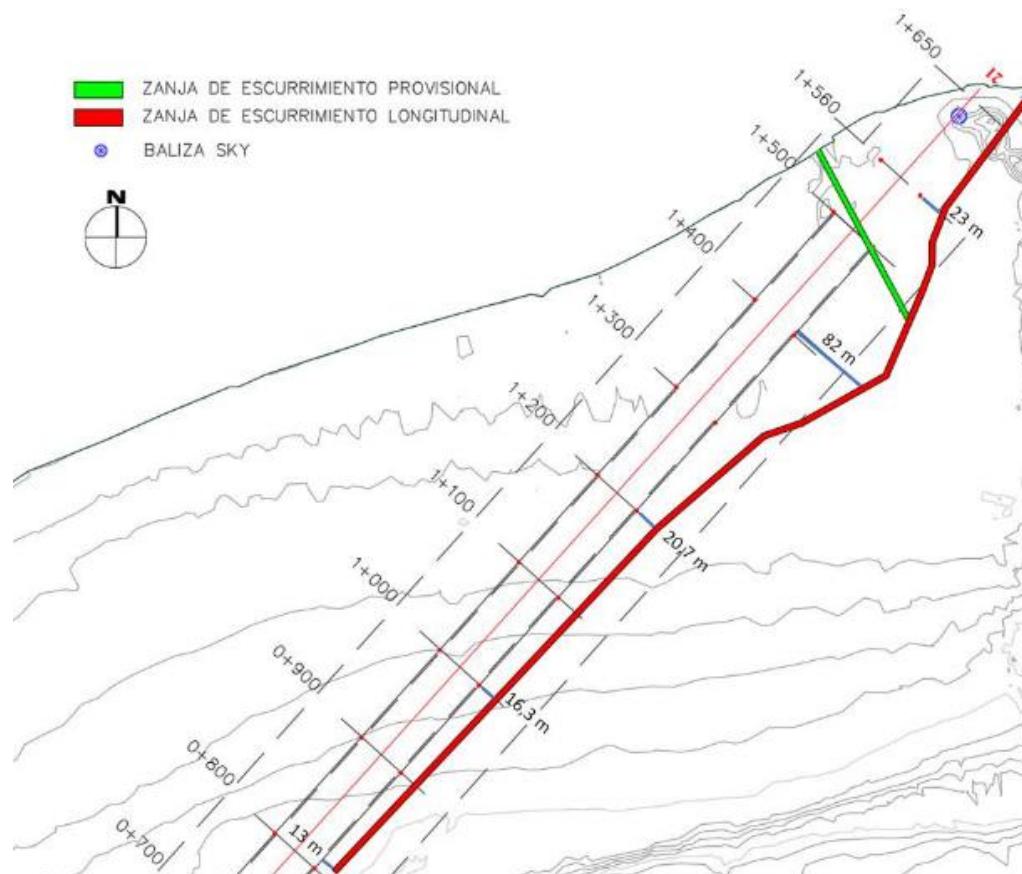


Figura 73: Ubicación de la primera cancha a levantar 1 metro, junto con la zanja de escurrimiento.

2) La JCB procederá al cargado de los camiones volcadores teniendo en cuenta la extracción del suelo de diferentes morrenas a fin de facilitar su mezcla como se mencionó para los primeros movimientos, luego la motoniveladora esparcirá el suelo a lo largo de la primera cancha, en capas no mayores a 15 cm de espesor, siendo la distribución del suelo del ancho de la hoja aproximadamente. Luego, pasará el camión regador para darle la humedad suficiente al nuevo suelo antes de compactar, siempre que no haya nevado el día o noche anterior.

Por último, se efectuarán las pasadas del rodillo necesarias para obtener la mayor compactación del relleno. La cantidad de pasadas mínimas son 3 y sujetas a la experiencia obtenida en los trabajos de compactación previos. Dicha secuencia se deberá repetir en toda la cancha hasta lograr la altura de 1 metro.

3) Finalizada la construcción de la primera cancha, se iniciará con los trabajos sobre la segunda cancha, debiendo sortear la zanja provisoria que divide a ambos sectores de levante. La cual será rellenada luego de consolidar la canalización definitiva como se mencionó anteriormente.

Esta zanja deberá tener un perfil transversal como se ilustra en la imagen, con pendiente longitudinal hacia la costa, permitiendo el libre escurrimiento de las aguas, dicha zanja no deberá exceder el ancho del rodillo, lo que significa que deberá ser compactada en toda su longitud (Figura 74).

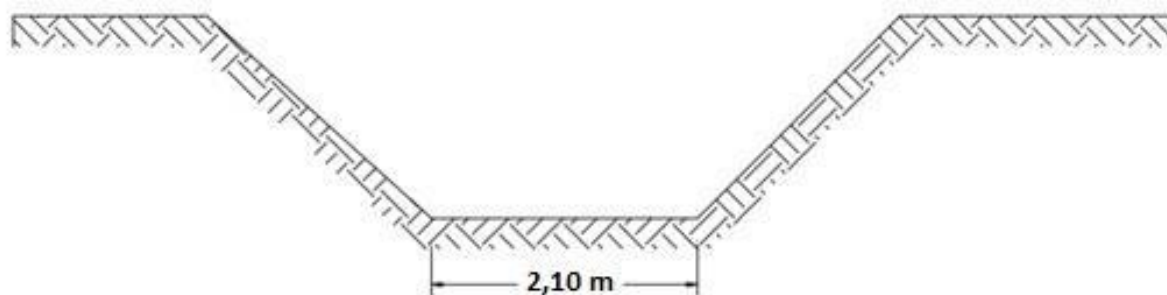


Figura 74: Corte transversal de la zanja provisoria con el talud lateral producto de los levantes de suelo.

4) Se repetirá el método constructivo hasta la progresiva 1+200, ajustando el procedimiento en función a las experiencias obtenidas y considerando las alturas establecidas del proyecto para el relleno.

5) Por último, se deberá terminar de rellenar en el sector de progresivas 1+200 hasta 1+560 con las alturas correspondientes a la Tabla 19, indicando las medidas de levantamiento de suelo ubicado en los jalones correspondientes a las mismas. Para este relleno se debe considerar el movimiento de suelo realizado en los pasos anteriores y rellenar solo la altura que falte hasta llegar a la cota necesaria.

Tabla 19: Medidas a levante respecto al terreno natural o a la marca en cada jalón según la progresiva.

JALÓN	IZQUIERDA	POSICION	DERECHA	JALÓN
Marca (70cm)	TN	Levante respecto	TN	Marca (70cm)
---	---	Puntos Bajos 1+200	0,89	0,19
0,23	0,93	1+300	1,5	0,8
1,28	1,98	1+400	2,51	1,81
1,41	2,11	1+500	2,47	1,77
0,52	1,22	1+560 SKY	1,65	0,95

Al igual que en la primera etapa de trabajo, el jefe de obra con los operadores, deberán confeccionar un ciclo de trabajo para obtener un mejor rendimiento de los equipos viales y vehículos. A su vez, se debe registrar el avance de obra por medio de fotografías y redacción de un informe con la explotación semanal.

Nivelación – secuencia de trabajo

En esta etapa, la metodología de trabajo será realizando movimientos de suelo del mismo lugar, compensando los sectores de relleno con el sobrante proveniente de los lugares indicados como desmonte.

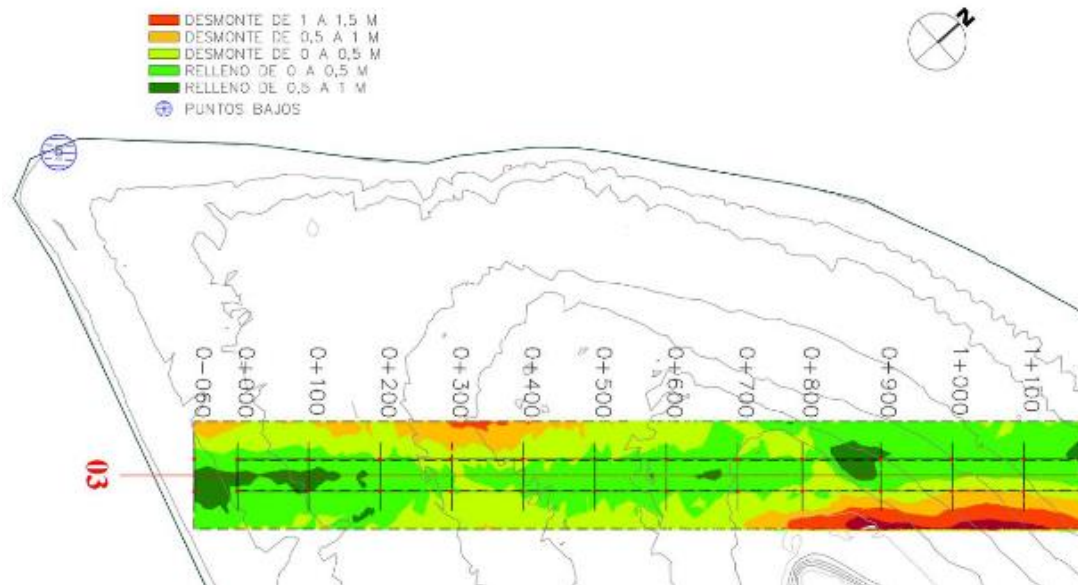


Figura 75: Esquema de movimiento de suelo representativo para progresivas 0-060 hasta 1+200.

Sobre los jalones emplazados en el campo -entre las progresivas 1+100 a 0-060, se encuentran otras marcas en amarillo- que se encuentran en forma continua desde el terreno natural hasta el extremo parejo, borde que se debe tomar como nivel a alcanzar con el levante.

El procedimiento de compactación debe ajustarse a todas las recomendaciones efectuadas para las etapas anteriores donde se ejecuta un aporte de suelo. Debiendo efectuar levantes no mayores a 15 cm, controlar la humedad del suelo y ejecutar los pasajes de compactación y vibrocompactación, asegurando un terraplén con la resistencia y estabilidad del proyecto.

4.6.6.2 Requerimientos de materiales y logística

Los áridos necesarios para construir el terraplén de la pista se pueden obtener de abanicos aluviales ubicados al pie del cordón de morrenas. Será necesario clasificar por tamaño los áridos, para luego mezclarlos con productos químicos especiales, en proporciones adecuadas para formar el terraplén, cuidando que la mezcla contenga cantidades adecuadas de fango para lograr la buena cohesión del material (Figura 76). (ver Anexo 9- análisis geotécnicos).

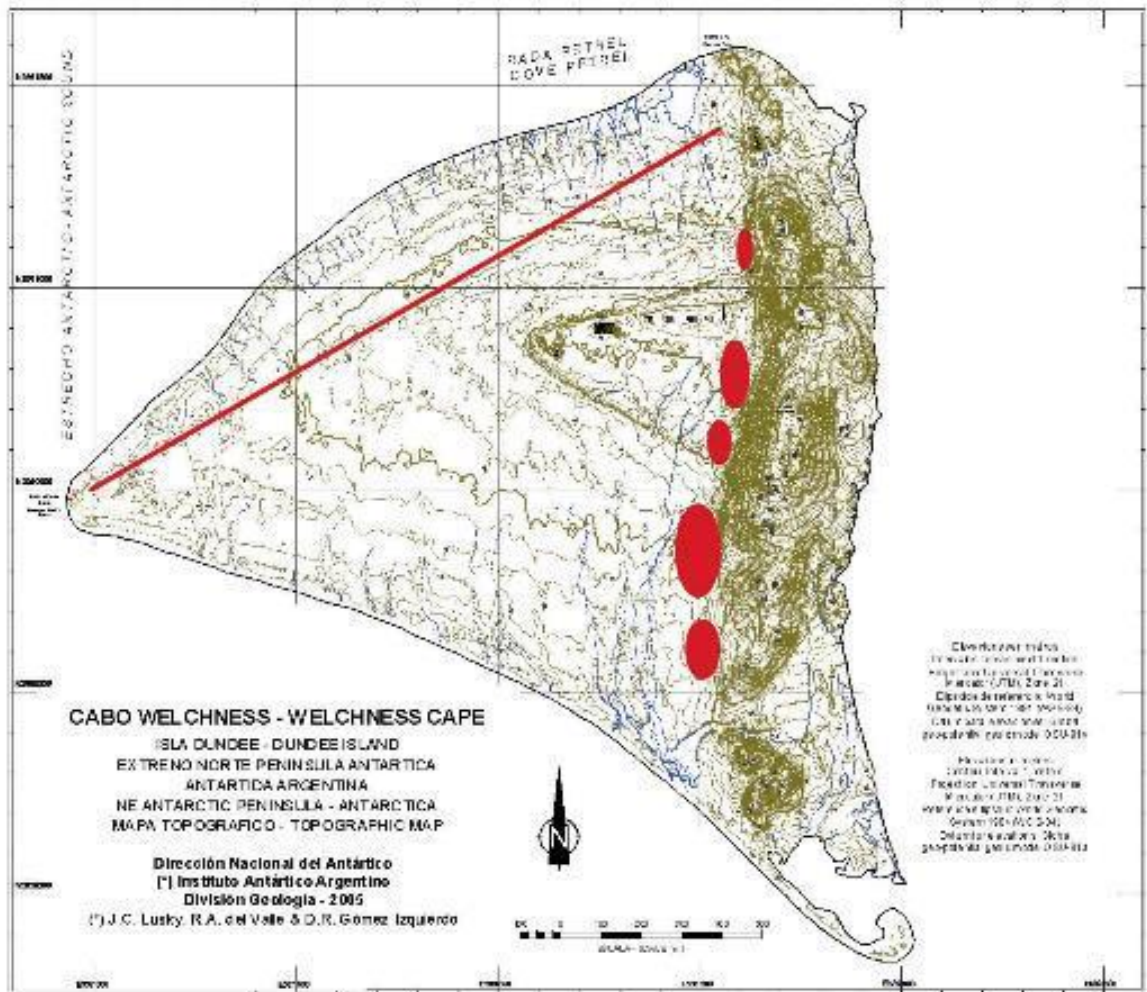


Figura 76: abanicos aluviales ubicados al pie del cordón de morrenas

Las características de la morena del glaciar Rosamaría en el cabo Wellchness permiten el aprovechamiento de esta formación para la extracción de áridos aptos para el empleo como relleno en la nivelación de algunos sectores, como también como insumo para el hormigón.

A tal efecto se han determinado tres zonas para la extracción de áridos que a continuación se detallan.

Zona 1

Ubicada sobre el sector oeste del norte de la morena. Se han ubicado tres sectores para la extracción de áridos. Sus capacidades máximas de extracción han sido evaluadas de la siguiente forma:

Sector	Volumen determinado	camiones volcadores capacidad 8 m3
Sector 1	1777,18 m3	223
Sector 2	1348,83 M3	167
Sector 3	1638,81 M3	205

Zona 2

Lengua ubicada en el sector sur de la plataforma central, junto a la morena. Su capacidad máxima de extracción es:

Sector	Volumen determinado	camiones volcadores capacidad 8 m3
Lengua 1	32704,48 m3	4089

Zona 3

Lengua ubicada en el sector sur - oeste de la morena. Su capacidad máxima de extracción es:

Sector	Volumen determinado	camiones volcadores capacidad 8 m3
Lengua 2	35974,92 m3	4497

Empleo de las canteras

El empleo de las canteras será equilibrado para evitar el agotamiento de alguna de ellas manteniendo en todo momento el control y evaluación ambiental de cada uno de los sectores de extracción.

Principalmente, los materiales obtenidos de las canteras y lenguas serán utilizados para la nivelación y compactación de las futuras pistas de aterrizaje.

El proceso de nivelación de la pista se iniciará tomando como referencia progresiva la unión entre ambas pistas (prog +0.800 m), realizando la excavación a 0,40 m y tomando la respectiva cota como "cota 0". Una vez determinada la cota inicial, se procederá a terraplenar y desmontar el terreno. El suelo será extraído con retroexcavadora JCB 3CX y transportado hacia los diferentes puntos, donde se requiera terraplenar la pista con un camión MB 1614.

Los volúmenes correspondientes a las respectivas acciones son:

Terraplén: 16.143,83 m3.

Desmante: 42.175,93 m3.

Finalizada la etapa de nivelación se procederá a colocar un paquete estructural de alrededor de 50 cm de espesor, el cual contempla un volumen de 97.800 m3. Cabe destacar que el material para

la respectiva obra se obtendrá de las 3 lenguas que se encuentran ubicadas en las morenas. En resumen, el movimiento total de suelo a ejecutar será de 156.119,76 m³.

Con respecto a las 3 lenguas mencionadas su volumen total de retiro resulta ser 9.529,69 m³. Se utilizará el 50% del volumen de las mismas con el fin de reducir los viajes, los cuales generan ruido y contaminación en la atmósfera. Con esta metodología, se procura dañar la flora y la fauna lo menos posible. El restante volumen para rellenar la pista se completará con el volumen de su desmonte.

Este suelo se caracteriza por ser de tipo A-1-a (0) en la clasificación AASHTO y según la clasificación de SUCS se compone de gravas bien graduadas, mezclas gravosas con pocos o ningún fino (GW).

4.6.6.3 Logística necesaria para su construcción

Los equipos necesarios para la construcción de las pistas poseen las siguientes características técnicas:

- Motoniveladora Astarsa 120 (UNA): Ancho de hoja 3,65 m - Tanque de combustible 227 L.
- Rodillo vibrocompactador (UNO): Ancho de rodillo 2,10 m - Tanque de combustible 160 L.
- Camión 1518 MB regador (UNO): Cisterna Plástico de 5000 L - Tanque de combustible 200 L.
- Camión MB 1614 (DOS): Volumen máximo de la caja 9 m³ - Tanque de combustible 150 L.
- JCB 3CX (UNA): Capacidad del balde 1,2 m³ – Capacidad de la cuchara 0,08 m³ - Tanque de combustible 128 L.

4.7 Zona Embarque y desembarque

Se ha analizado la construcción de un muelle con capacidad para amarrar buques de hasta 120 metros de eslora, con una dársena de aguas calmas y protegida de los escombros de hielos para embarcaciones del tipo bote de goma o barcasas.

El lugar posible para la instalación del muelle es el sector ubicado al norte del Cabo Welchness, sobre la rada Petrel. Esa zona es dónde normalmente operan los buques. La zona presenta características batimétricas favorables para contar a 250 metros de la línea de costa, con un calado de 10 metros a pie de muelle, permitiendo el amarre y operación de buques.

De los estudios realizados sobre otros muelles y obras costeras existentes en la Antártida, en los que se analizó la tipología constructiva y materiales más adecuados, se concluyó en la necesidad de emplear tablaestaca metálica para satisfacer las exigencias producidas por el empuje e impactos de los hielos.

Este material, que se encuentra en los muelles más importantes de la Antártida, solo se colocará sobre el perímetro operativo del muelle y más expuesto a los hielos, previendo una

estructura metálica de soporte en su interior, y relleno con suelo compactado proveniente de la Isla Dundee.

Este trabajo aún se encuentra en estudio, por cuanto no se han finalizado los estudios correspondientes al lecho marino en la zona noreste del cabo Welchness y porque los análisis ambientales y económicos realizados hasta ahora indican que no es viable su construcción.

La infraestructura costera considerada dispondrá de:

- Instalación propia para la autoridad portuaria designada, permitiendo cumplir con la administración, regulación, control y operación del sistema portuario.
- Sistema autónomo de trasvase de combustible Gasoil Antártico desde buque a tierra, disponiendo de un banco de bombas, una batería reducida de tanques cisterna en la línea de costa y mangueras flexibles.
- Servicio de recepción de carga en contenedor o paletizada, disponiendo de traslado, acopio, custodia y trasbordo.
- Servicio de aprovisionamiento de agua dulce hacia buque.
- Recepción y despacho de pasajeros en tránsito.
- Botado o retiro por rampa de embarcaciones menores.

4.8 Servicios para la Nueva Base Petrel

4.8.1 Generación de energía

Considerando que el objetivo general de la remodelación de la base Petrel es la de contribuir al cumplimiento de las tareas científicas, técnicas y logísticas del Programa Antártico Argentino, cumpliendo lo normado por el Tratado Antártico, el Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente y su normativa complementaria. En ese marco, surge la necesidad de contar con un sistema de generación eléctrica que satisfaga los requerimientos de consumo proyectados y previendo aumentos de consumo en el corto y mediano plazo. A tal efecto se ha pensado en un sistema principal y otro complementario.

Sistema principal

Mediante los motogeneradores. Este método, es el más confiable en la actualidad.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Confiabilidad (contando con los backup necesarios) • Capacidad de satisfacer toda la demanda de energía. 	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de ruido • Emisión de dióxido de carbono • Elevado costo por consumo de combustible y logística asociada.

Sistema complementario

Mediante un Parque solar fotovoltaico

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none">● Confiabilidad (contando con los backup necesarios)● Mayor generación durante el verano antártico, época de mayor concurrencia a la base Petrel● No contaminante	<ul style="list-style-type: none">● Generación sujeta a las horas de sol● Le afecta las condiciones meteorológicas● Poca capacidad de generación en relación con los motogeneradores

Se requiere el diseño de una red de energía acorde con los parámetros del desarrollo de la base Petrel y por eso se buscó el aprovechamiento de las energías limpias para la reducción del consumo de combustibles fósiles. De acuerdo con las experiencias realizadas, el empleo de aerogeneradores presenta la desventaja de ser altamente afectada por vientos mayores a los 75 Kn y los constantes cambios de la potencia y dirección de los mismos. Por tales razones los aerogeneradores probados en las bases ubicadas al norte de la península y que son normalmente afectadas por los centros de baja presión que circulan en la zona del paralelo de 60° han sufrido fallas graves. Los costos logísticos y de las partes desaconsejan su empleo hasta tanto se diseñen soluciones para los problemas planteados.

Simultáneamente se optó por la energía solar por su bajo mantenimiento. La limitación de estos está en relación con las horas de sol y su capacidad de generación. Para ello se consideró que la base Petrel se encontrará con el mayor promedio de personal durante el verano antártico, es decir se prevén los picos de consumo en esa época. Por otra parte, en este período del año es el que más horas de luz solar proyecta la base, garantizando una importante cantidad de energía generada por este medio. (Ver Anexo 4 - Parque solar fotovoltaico). Finalmente se optó por generar la energía eléctrica con el método tradicional de moto-generadores complementado con un parque solar fotovoltaico. Cabe destacar que el campo solar fotovoltaico seleccionado no trabajará con un banco de baterías, sino que estará conectado directamente a la red eléctrica aliviando de esa forma las r.p.m del motogenerador y por lo tanto su consumo de combustible fósil.

4.8.1.1 Generación de Energía mediante generadores

4.8.1.1.1 Usina Principal

La principal fuente de generación de energía mediante generadores será la Usina Principal. Se la construirá sobre el actual lugar que ocupan los edificios de la cámara frigorífica. Dicha cámara será

desmantelada y replegada al continente. Sus cimientos serán removidos. El edificio mantendrá la línea de los edificios ubicados sobre el borde norte de la plataforma superior del cabo Welchness. Será rectangular con el techo a un agua orientada hacia el Norte. Ocupará una superficie total de 262 m² (25,55 m x 10,25 m) y tendrá una altura máxima de 10,25 mts.

Contará con dos plantas o niveles. En la planta inferior, donde se ubicarán tres generadores de 250 KVA cada uno. Sobre el lateral del edificio, separado por un muro corta fuego, se ubicará una planta para derretir hielo y nieve aprovechando el calor producido por los generadores eléctricos. Junto a la planta para derretir hielo y nieve, se ubicarán tres tanques cisterna de 40 m³ cada uno para almacenar agua potable a temperatura sobre cero aprovechando también el calor de los generadores. En el nivel superior, se ubicará el cuarto de control de los generadores, junto con una pequeña cocina.



Figura 77: características del generador a instalar.

4.8.1.1.2 Usina Auxiliar

La Usina de Emergencia se ubicará dentro de la Base Antártica Petrel - en la zona donde se encuentra actualmente la Usina de emergencia, aproximadamente a unos 104 m al Norte del Campo de Paneles Fotovoltaicos- 123 m al Sur de la Casa de Emergencia, 15 m al Oeste de la Usina Principal y a 35 m al Este del Obrador. El edificio de la actual Usina de emergencia será desarmado y removido.

Será un edificio de similares características que la Usina Principal, rectangular con techo a un agua, pero de menor tamaño. Ocupará una superficie de 42,63 m² (8,70 m de largo x 4,90 m de largo) y tendrá una altura máxima de 4,92 m. Contará con solo una planta. En su interior se alojará un generador de 250KVA con su sistema de control y tableros (Figura 163). El generador será empleado exclusivamente en situación de emergencia, o por razones de mantenimiento. La usina

de emergencia (y su generador) constituye el sistema de generación eléctrica redundante de la base.

4.8.1.2 Generación de Energía mediante Central Fotovoltaica

El objetivo general de la actividad es instalar 576 paneles solares en el Cabo Welchness (Isla Dundee) para proveer de energía a las instalaciones de la Base Petrel (63°28'44"S, 56°13'53"W). Con esta obra se proyecta reducir en 74000 litros el consumo anual de combustible fósil.

Antecedentes

Basándonos en el hecho de que la Base Marambio se ubica aprox. 90km al sur de la Base Petrel, tomaremos como prueba piloto el trabajo que realizaron García et al (2017) mediante el cual se determinó la factibilidad de instalar paneles fotovoltaicos en la Base Marambio y que se encuentra sintetizada en la "Evaluación Medioambiental Inicial. Instalación de una central fotovoltaica. Base Marambio, isla Marambio (2020)".

García *et al* (2017) determinaron que, debido a su ubicación, apenas por encima del Círculo Polar Antártico (66° 33' 46"), las condiciones de insolación en la Base Marambio varían enormemente entre diferentes épocas del año. Este trabajo demostró que la diferencia entre los meses de invierno y verano es extrema, dando días de 20 horas de sol en verano y de solo 4 horas en invierno. Considerando que la Base Petrel se ubica al norte de Isla Marambio, la cantidad aproximada de horas luz es mayor, y el estimado mensual varía entre 20 y 5 horas.

En la Base Marambio la elevación solar en meses invernales no supera los 10º, esto se observa en las diferencias que pueden observarse en la radiación global recibida en plano horizontal. Los valores fueron medidos con un piranómetro Kipp & Zonen del servicio meteorológico nacional cada 1 minuto (García et al, 2017). En la medición, en función del tiempo, de la radiación global sobre plano horizontal se observa la diferencia no solo de intensidad, sino también de la cantidad de horas de luz diaria entre los diferentes meses mostrados. Estos resultados reflejan una Radiación global que supera los 1000 W/m² en el período estival.

A partir de estos datos obtenidos y en el marco del proyecto IRESUD, en diciembre de 2014 se instaló un sistema fotovoltaico de 1,92 kWp conectado a la red eléctrica de 220 V de la Base Marambio. Según el modelo, en condiciones óptimas la instalación de Base Marambio estos paneles produjeron unos 27520 kw/h/año lo que equivale a una cantidad de 5773 litros usado por la usina para generar esa misma cantidad, equiparables a 28 tambores de combustible. Los resultados fueron alentadores y por lo tanto se pudo concluir que la situación era propicia con vistas al aprovechamiento de la energía solar en la Base Marambio. Esta información se tomará como prueba piloto para la central fotovoltaica que se pretende instalar en el cabo Welchness.

Características de la Central

Luego de los análisis realizados por especialistas en la materia en un estudio piloto con más de tres años de mediciones en la Base Marambio, se puede inferir que es una opción sumamente viable y oportuna la incorporación de sistemas de generación de energía eléctrica a través de paneles solares, con sus correspondientes inversores a corriente alterna en la Base Petrel. Los paneles

solares son del modelo REC PICK ENERGY modelo REC245PE. La fábrica garantiza una vida útil de del panel de 10 años y una potencia nominal estable hasta los 25 años.

En total se emplearán 576 paneles. La construcción del campo fotovoltaico se efectuará en dos etapas.

- Etapa I: Consistirá en la instalación de un primer grupo de paneles (200). Se construirá durante el primer año del proyecto. Esta construcción permitirá evaluar in situ la potencia entregada a la red eléctrica y los cambios y/o modificaciones a realizar en la ejecución de la Etapa II del presente proyecto.
- Etapa II: Consistirá en la instalación de un segundo grupo de paneles solares (376) completando así el campo solar proyectado. Esta etapa se construirá durante el segundo año del proyecto.

Si tomamos la capacidad máxima de generación eléctrica de los generadores y la capacidad de generación eléctrica de los paneles solares durante cada mes del año en base Petrel, podemos inferir el aporte energético y el ahorro en combustible de los generadores por el trabajo más descansado de los mismos.

En este sentido, el ahorro en combustible estimado, por el empleo de los paneles solares durante la etapa I y II y con diferentes potencias de generadores (a similar porcentaje de potencia, producto del crecimiento de la base) es la siguiente:

Tabla 20: ahorro de combustible estimado.

Generador	ítem	200 paneles	576 paneles
120 KVA	Ahorro (Its):	26.010,12	74.909,16
	% del total	24%	68%
	Equivalente a:	100 tambores	262 tambores
350 KVA	Ahorro (Its):	26.537,29	76.427,40
	% del total	8%	23%
	Equivalente a:	92 Tambores	267 Tambores

Se aprecia que el ahorro en litros es similar en ambos tipos de generadores, variando sólo el porcentaje del total del combustible consumido.

Cada panel solar tiene un tamaño de 166 x 950 x 38 mm con una superficie total de 1,65 m². Asimismo, en la cara con las celdas solares posee un borde marco de 2,8 cm de ancho. Considerando estas medidas, el panel tiene una superficie utilizable de 1,50 m².

Los paneles solares se instalarán en estructuras metálicas fijas. Cada estructura contendrá 12 paneles constituyendo una fila o mesa solar. Cada uno de ellos estará orientado hacia el norte, manteniendo a los paneles con una inclinación de 63°. Se construirán 16 mesas en la etapa I y 32 mesas en la etapa II. Cada mesa solar estará separada frontalmente a una distancia de 8 metros

para facilitar la exposición al sol y evitar sombras. Lateralmente la distancia entre mesa y mesa será de 5 m, lo que facilitará la circulación de vehículos y la formación de colas de nieve.

Debido a que los generadores de la base estarán funcionando en forma permanente, el campo fotovoltaico estará conectado al sistema eléctrico a través de los inversores. Por tal motivo no se prevé el empleo de un campo de baterías. Se emplearán 3 inversores, cada uno tomará un tercio de los paneles solares, aunque en la primera etapa se empleará un solo inversor para los 200 paneles. El inversor estará conectado al tablero general de la Usina. Los inversores estarán colocados en la parte posterior del campo de paneles solares en una casilla, a tal fin cuyo tamaño no superará los 2 m³ (2m frente, uno de profundidad y 1m de alto).

Se espera generar con 200 paneles un 24% del total de la energía generada empleando los generadores de 120 KVA que tiene la base. Esto comprende los 200 paneles a instalar durante la etapa I del proyecto. En la etapa II, agregando 356 paneles solares y manteniendo los mismos generadores, se estima alcanzar el 68% de la energía generada. En la etapa II manteniendo los generadores de 120KVA se estima que los 576 paneles, durante los días de sol en los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero alcanzarían para abastecer de energía toda la base. Una vez instalados los generadores de 350KVA a instalar durante las siguientes fases del Proyecto de desarrollo de la base Petrel, los porcentajes anuales pasarán al 8 y 23% respectivamente. Durante los meses de verano, los 576 paneles solo cubrirán un 40% de la energía total.

Actividades a realizar para la construcción

La actividad propuesta consta de cuatro tareas básicas:

- **Transporte de materiales:** Los materiales serán transportados desde Buenos Aires mediante el Rompehielos Almirante Irizar. Una vez arribados a la Base, serán descargados hasta el lugar destinado para su depósito hasta finalmente ser llevado al lugar de la instalación. El movimiento en la zona de trabajo se realizará mediante la maquinaria que usualmente se utiliza para los movimientos dentro de la Base. El embalaje de los materiales se realizará conforme a las directivas elaboradas por la Fuerza Aérea respecto al embalaje de carga manual y paletizada. Los materiales para utilizar en el embalaje consistirán en envoltorios de cartón y film plástico. El material de embalaje a utilizar será el mínimo indispensable, a fin de reducir la cantidad de residuos que se generarán. A su vez, estos residuos serán reutilizados en la mayor medida posible y el resto ingresará al circuito de residuos de la base.
- **Preparación de terreno:** Durante esta fase se plantearán las cotas y niveles de las fundaciones dando lugar a la excavación para la instalación de zapatas de hormigón armado. Para la instalación de estos es necesario colocar un total de 5 zapatas por cada estructura, las cuales deben resistir los vientos durante las tormentas. Se prevé que todos los paneles solares se encuentren instalados sobre una estructura de hierro galvanizado, fijado al suelo con zapatas de hormigón armado. Cada una de estas estructuras alojarán 12 paneles, constituyendo en una campa de paneles o filas. Los

materiales que componen las estructuras serán llevados a la base Petrel y allí se las armarán e instalarán.

- **Montaje de la Línea de Paneles:** Una vez colocados los pilotes se procederá a la instalación sobre ellos de las bases rectangulares que tiene como finalidad sostener sobre ella las estructuras, donde finalmente se instalará los paneles solares fotovoltaicos (Figura 166). Con la finalización de esta etapa quedarán montadas todas las líneas de 9x2 paneles para un total de 4 estructuras individuales, cada una con 18 paneles. Cada uno de ellos estará orientado hacia el norte, manteniendo a los paneles con una inclinación de 63°. Cada mesa solar estará separada frontalmente a una distancia de 8 metros para facilitar la exposición al sol y evitar sombras. Lateralmente la distancia entre mesa y mesa será de 5 mts, lo que facilitará la circulación de vehículos y la formación de colas de nieve.

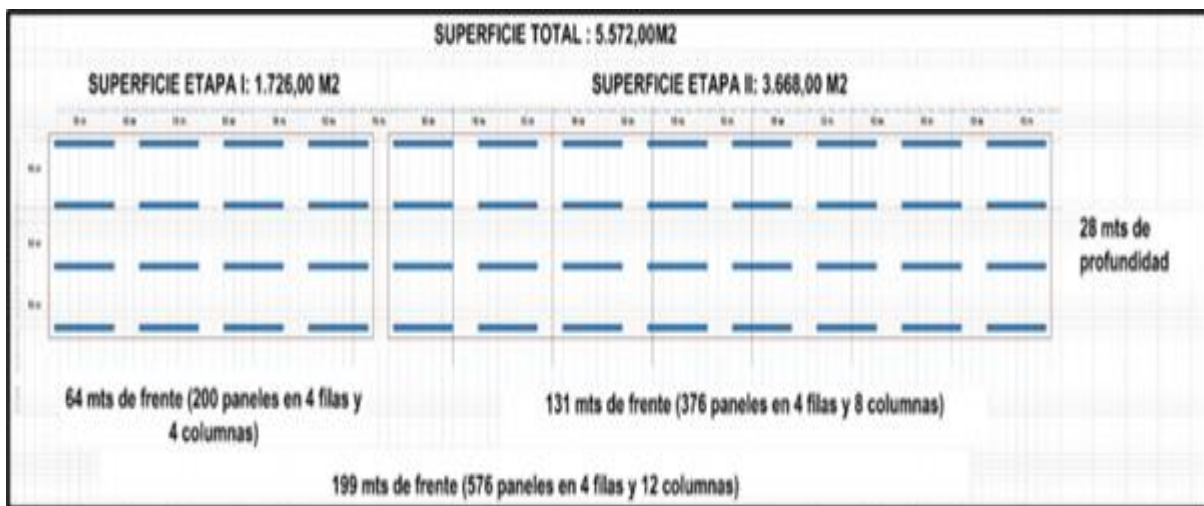


Figura 78: estructura general con la ubicación de los paneles solares.

- **Montaje del Inversor:** En esta etapa se construirá un cuarto anexo sobre una plataforma existente detrás de la Usina Principal para la instalación del Inversor híbrido Growatt con capacidad de 30kW que suministrará la energía generada por los paneles solares directamente hacia los generadores.
- **Puesta en marcha:** Durante esta fase se harán todas las conexiones para que el sistema de paneles fotovoltaicos quede conectado a la red eléctrica de la Base con la posterior puesta en funcionamiento y control de este.

Como se indicó anteriormente, el campo o parque solar con las líneas de paneles solares con un total de 576 paneles ocupará una superficie aproximada de unos 5572m2 y se desarrollará elevado 1 m respecto del nivel del terreno natural, montado sobre 16 pilotes enterrados sobre los que se montan todas las estructuras para la instalación de los paneles.

Generación eléctrica del CSFV, su relación con los consumos eléctricos de la base y su rendimiento esperado

Potencia de los paneles y horas de luz

La potencia nominal de los paneles solares con que cuenta la base Petrel es de 245 Wh. Asimismo, se considera que, debido a la latitud de la ubicación de la Base Petrel, las horas de luz a lo largo del año varían, por lo que existe una gran diferencia entre las épocas del año.

La Base Petrel se ubica en la latitud 63° 28' 40.61" S. De acuerdo con ella, las horas de luz durante el año son las siguientes:

Tabla 21: valores de horas de luz por mes.

HORAS DE LUZ PROMEDIO POR MES							
1er Trimestre		2do Trimestre		3er Trimestre		4to Trimestre	
Mes	Hs Luz	Mes	Hs Luz	Mes	Hs Luz	Mes	Hs Luz
ene	19,5	abr	10,8	jul	4,5	oct	12,9
feb	17	may	7,7	ago	6,8	nov	16,1
mar	14	jun	5	sep	9,9	dic	19

Como se aprecia hay un alto nivel de variabilidad en las horas de luz. Asimismo, se consideró un aprovechamiento del 70% de los días para la captación de energía solar.

Generación eléctrica y consumos de combustible en base Petrel

La base cuenta en la actualidad con generadores de 150 KVA, equivalentes a la generación de 120KVA equivalente a 96KW hora. En el futuro se contará con generadores de 350 KVA equivalentes a 280KW. De esta forma podemos señalar que la potencia del generador por 24 hs nos dará lo generado en el día completo. No obstante, sobre esa potencia generada aplicaremos un solo un porcentaje del 70% por cuanto esa es la potencia a la que funcionan. Otro dato que conocemos son los consumos de los generadores calculados por mes antártico. Este consumo promedio es obtenido en base a lo consumido en otras bases con generadores similares.

% de Energía del total de la Generada anualmente en la Base que se espera generar con los paneles

Como se aprecia en el Anexo 6 y se indicó en el punto anterior, se espera generar con 200 paneles un 24% del total de la energía generada empleando los generadores de 120 KVA que tiene la base. Esto comprende los 200 paneles a instalar durante la etapa I del proyecto. En la etapa II, agregando 356 paneles solares y manteniendo los mismos generadores, se estima alcanzar el 68% de la energía generada. En la etapa II manteniendo los generadores de 120KVA se estima que los 576 paneles, durante los días de sol en los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero alcanzarían para abastecer de energía toda la base (Figura 167).

Una vez instalados los generadores de 350KVA a instalar durante las siguientes fases del Proyecto de desarrollo de la base Petrel, los porcentajes anuales pasarán al 8 y 23% respectivamente. Durante los meses de verano, los 576 paneles solo cubrirán un 40% de la energía total.

Tabla 22: cálculo del rendimiento de los paneles solares.

Se considera un rendimiento del 70% x por panel
A los fines de los cálculos se suman las potencias entregadas por día

GENERADOR DE 120 KVA											
KW/h: 96		KW/día: 2304		70% KW/día: 1612							
	consumo comb lts	generación/día KW	hs luz	1 panel		200 paneles			576 paneles		
				kW x día	70% x día	al 70% potencia	%	ahorro	al 70% potencia	%	ahorro
							ahorro	lts comb		ahorro	lts comb
ene	7.000,00	1.612,00	19,5	4,78	3,34	668,85	41%	2.904,44	1.926,29	119%	8.364,77
feb	8.000,00	1.612,00	17	4,17	2,92	583,10	36%	2.893,80	1.679,33	104%	8.334,13
mar	9.000,00	1.612,00	14	3,43	2,40	480,20	30%	2.681,02	1.382,98	86%	7.721,33
abr	10.000,00	1.612,00	10,8	2,65	1,85	370,44	23%	2.298,01	1.066,87	66%	6.618,28
may	10.000,00	1.612,00	7,7	1,89	1,32	264,11	16%	1.638,40	760,64	47%	4.718,59
jun	10.000,00	1.612,00	5	1,23	0,86	171,50	11%	1.063,90	493,92	31%	3.064,02
jul	11.000,00	1.612,00	4,5	1,10	0,77	154,35	10%	1.053,26	444,53	28%	3.033,38
ago	11.000,00	1.612,00	6,8	1,67	1,17	233,24	14%	1.591,59	671,73	42%	4.583,77
sep	11.000,00	1.612,00	9,9	2,43	1,70	339,57	21%	2.317,17	977,96	61%	6.673,44
oct	10.000,00	1.612,00	12,9	3,16	2,21	442,47	27%	2.744,85	1.274,31	79%	7.905,17
nov	7.000,00	1.612,00	16,1	3,94	2,76	552,23	34%	2.398,02	1.590,42	99%	6.906,30
dic	6.000,00	1.612,00	19	4,66	3,26	651,70	40%	2.425,68	1.876,90	116%	6.985,97
total	110.000,00										

Ahorro (lts):	26.010,12
% del total	24%
Equivalente a:	100 tamb

Ahorro (lts):	74.909,16
% del total	68%
Equivalente a:	262 tamb

Tabla 23: cálculo del ahorro de combustible.

GENERADOR DE 350 KVA														
KW/h	280	KW/día: 6720		70% KW/día: 4704		1 panel			200 paneles			576 paneles		
	consumo comb lts	generación/día KW (70%)	hs luz	kw x día	70% x día	al 70% potencia	% ahorro	ahorro lts. comb	al 70% potencia	% ahorro	ahorro lts. comb			
ene	20.000,00	4.704,00	19,5	4,78	3,34	668,85	14%	2.843,75	1.926,29	41%	8.190,00			
feb	24.000,00	4.704,00	17	4,17	2,92	583,10	12%	2.975,00	1.679,33	36%	8.568,00			
mar	26.000,00	4.704,00	14	3,43	2,40	480,20	10%	2.654,17	1.382,98	29%	7.644,00			
abr	28.000,00	4.704,00	10,8	2,65	1,85	370,44	8%	2.205,00	1.066,87	23%	6.350,40			
may	30.000,00	4.704,00	7,7	1,89	1,32	264,11	6%	1.684,38	760,64	16%	4.851,00			
jun	32.000,00	4.704,00	5	1,23	0,86	171,50	4%	1.166,67	493,92	11%	3.360,00			
jul	34.000,00	4.704,00	4,5	1,10	0,77	154,35	3%	1.115,63	444,53	9%	3.213,00			
ago	34.000,00	4.704,00	6,8	1,67	1,17	233,24	5%	1.685,83	671,73	14%	4.855,20			
sep	34.000,00	4.704,00	9,9	2,43	1,70	339,57	7%	2.454,38	977,96	21%	7.068,60			
oct	28.000,00	4.704,00	12,9	3,16	2,21	442,47	9%	2.633,75	1.274,31	27%	7.585,20			
nov	20.000,00	4.704,00	16,1	3,94	2,76	552,23	12%	2.347,92	1.590,42	34%	6.762,00			
dic	20.000,00	4.704,00	19	4,66	3,26	651,70	14%	2.770,83	1.876,90	40%	7.980,00			
total	330.000,00													

Ahorro (lts):	26.537,29
% del total	8%
Equivalente a:	92 Tamb

Ahorro (lts):	76.427,40
% del total	23%
Equivalente a:	267 Tamb

4.8.2 Sistemas de Almacenamiento y suministro de combustible

La instalación combustible Gas Óil Antártico (GOA) es fundamental para el funcionamiento de la base puesto que provee el combustible a los generadores que producen la energía eléctrica de la base que permite el funcionamiento de todos sus sistemas.

Relacionado con lo dicho anteriormente, es de carácter imperativo proyectar instalaciones de almacenamiento y distribución capaces de ser duraderas en el tiempo y a su vez, ser de fácil mantenimiento y rápida puesta en servicio, ya que su funcionamiento es indispensable para la actividad y supervivencia de la base. La provisión proyectada debe ser apta para realizarse tanto por vía aérea, mediante helicópteros, como por vía marítima. Aunque, si bien se proyecta que el arribo de combustible sea de manera marítima, debido a que es más eficiente, se debe contemplar que ante emergencias de descargue por vía helicóptero.

En síntesis, la instalación debe abastecer a los siguientes edificios (Figura 79):

- Usina (unidad portuaria)
- 2 cisternas de 450 m³
- Transporte y S.E.I.
- Usina Principal
- Usina de Emergencia

En primer lugar, la descarga de GOA comienza en el muelle, ubicado en la zona norte del Cabo Welchness. En dicha zona, arriban las embarcaciones hacia el frente del muelle, las cuales transportan GOA desde el continente. Mediante bombas, resguardadas en una casilla de bombeo, emplazadas al pie del frente del muelle se trasvasará el GOA hacia cisternas ubicadas fuera de la misma casilla. El trasvase se proyecta que realizar con una manguera flexible, apta para las bajas temperaturas y presiones de diseño. Se tomó este partido para no afectar la actividad funcional, tanto del muelle como de la pista, permitiendo una vez terminada la descarga, replegarla y guardarla.

En segundo lugar, se impulsa el combustible almacenado mediante bombas ubicadas en una casilla de bombeo al pie de las cisternas. El destino son dos cisternas de 450 m³, totalizando la cantidad de almacenaje en 900 m³, las cuales desempeñaran la función de almacenamiento principal de toda la base. Dichas cisternas estarán emplazadas en el sector SE de la zona de instalaciones alejadas de la actividad humana, con la finalidad ante un siniestro de proteger a la base de pérdidas de combustible, escurriendo hacia el SE.

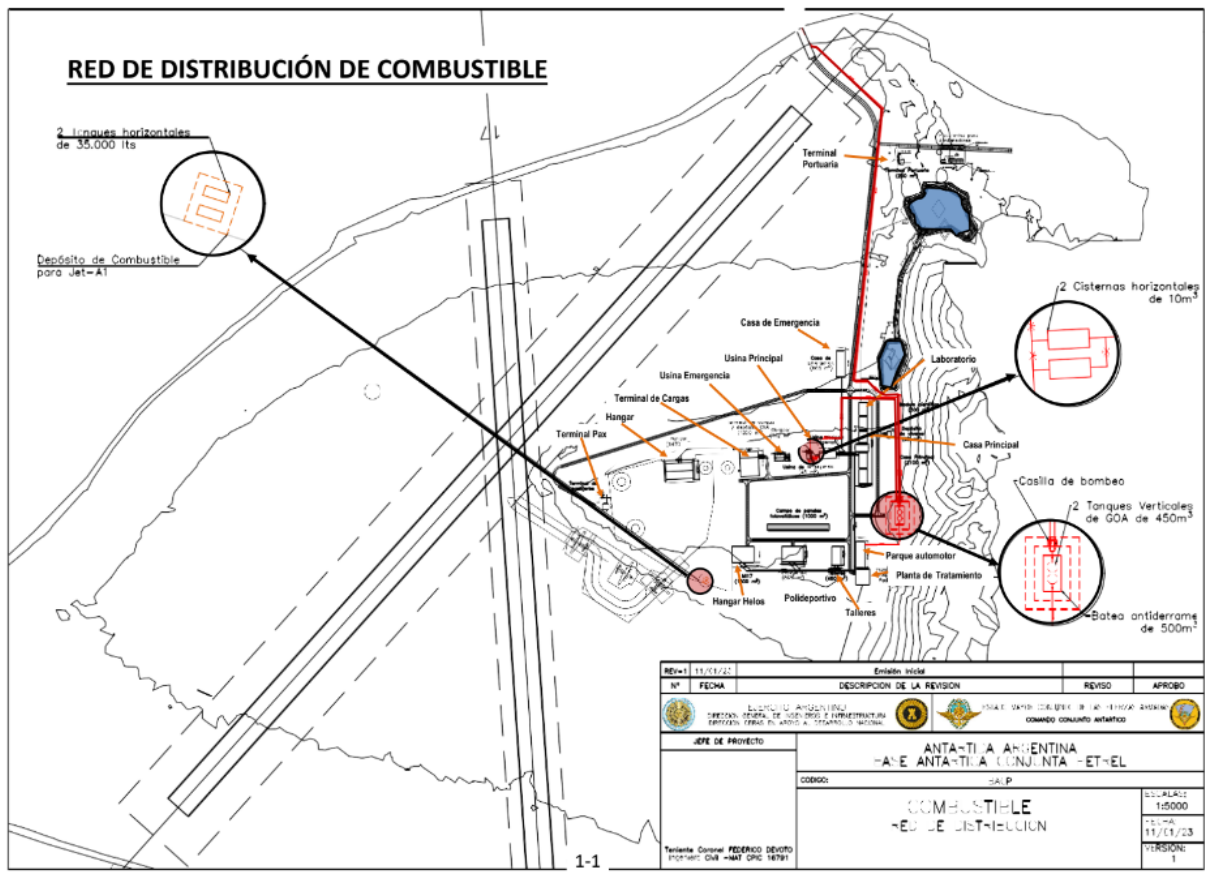


Figura 79: detalle del sistema general de distribución de combustibles en la Base Petrel.

La cantidad requerida de 900 m³ de volumen responde a la necesidad de albergar la totalidad del combustible requerido para abastecer la Base Antártica Conjunta Petrel durante un año, siendo necesaria la reposición de combustible únicamente una vez al año.

En tercer lugar, se distribuye desde las dos cisternas de almacenaje de 450 m³ hacia la zona de instalaciones, donde tendrá una bifurcación de dos ramales, con su disposición final en tres destinos. El primer ramal es de destino único, hacia una cisterna de 10 m³ cuyo fin es acopiar combustible para aprovisionar a la usina de emergencia, mientras que el segundo ramal posee dos destinos, el primero es una batería de cuatro cisternas de 20 m³ cuyo objetivo es abastecer de combustible al Parque Automotor, el cual albergará a todas las máquinas viales y transporte. El segundo es una cisterna de 10 m³ de capacidad que abastezca a la usina principal.

4.8.2.1 Descripción de la Instalación del campo de cisternas (ver Anexo 5- Combustibles)

1) Campo de cisternas de combustible

Las dimensiones propuestas para los tanques verticales son:

- Diámetro: 7,64 m
- Altura envolvente: 10 m

Los materiales propuestos son:

- Piso: Chapas de espesor 6mm 2000x6000mm AISI 304

- Envolvente: Chapa de espesor 6mm 2000x6000mm AISI 304

- Techo: Chapas de espesor 4mm 2000x6000mm AISI 304

2) Batea de contención antiderrame en el campo de cisternas

Aplicando nuevamente el art. 27 de la Resolución 1296/2008 de la Secretaría de Energía, el líquido contenido en los endicamientos de los tanques aéreos deberá drenar con la pendiente adecuada hacia la pileta de recuperación, cuya capacidad no será inferior a un DIEZ POR CIENTO (10 %) mayor que la capacidad del tanque de mayor volumen. La ruta del sistema de drenaje estará construida de manera que se evite la propagación de llamas y no expongan a los tanques. Luego de interpretar la referida normativa, se entiende que deberá ejecutarse un endicamiento de un volumen mínimo de 500 m³ para los dos tanques verticales. El endicamiento se realizará generando un recinto de seguridad mediante taludes e impermeabilizado con geomembrana resistente a hidrocarburo y geo membrana impermeable de PVC.

En el supuesto de ocurrir un siniestro que derrame hidrocarburos en la batea se retirará el líquido mediante bombeo manual, con bombas hidráulicas succionadoras y mangueras hacia contenedores temporales para luego tratar los fluidos en la Planta de Tratamiento y Residuos Peligrosos.

Este sistema también funcionará para la gestión de acumulación de nieve y agua. En caso de gestión de líquido sin contaminación, se extraerá con bomba manual hacia un punto que el personal que ejecute la acción decida, puesto a que podría escurrir libremente por el terreno sin muchas complicaciones. En caso de contaminación de hidrocarburos, se procederá según lo mencionado previamente.

3) Sistema contra incendio

Los incendios en donde el combustible o gasoil es el líquido tienen un tipo de fuego que se apagan normalmente eliminando el oxígeno, de esta manera se interrumpe la cadena de combustión y se paraliza la liberación de vapores combustibles.

Se instalará un sistema de protección contra incendios con cámaras de espuma en superficie. La cámara de espuma se instala en la vertical del tanque, entre unos 20 y 30 centímetros debajo de la línea del techo. El sistema permite una aplicación del agente extintor con una inmersión mínima del mismo y una agitación moderada del combustible. La cámara de espuma se instala en la vertical del tanque, entre unos 20 y 30 centímetros debajo de la línea del techo.

Transporte y almacenamiento en la Antártida

a. Tanques verticales

Los tanques verticales son generalmente utilizados para almacenar grandes volúmenes de fluidos, dichos tanques suelen ser de láminas de acero al carbón soldadas entre sí. En virtud de lo mencionado anteriormente, las láminas -tanto de techo, pared y base- pueden ser transportadas y luego soldadas en obra. De esta manera permite ocupar menos volumen en medio transporte, facilitando la logística.

Cabe destacar que para realizar el montaje se necesita maquinaria, como por ejemplo una grúa (para levantar las láminas), gatos hidráulicos (para levantar las paredes) y maquinaria vial para realizar el movimiento de suelos para la fundación.

b. Tanques horizontales

En el caso de este tipo de tanques la mejor solución es llevar los tanques ya armados y las láminas de la batea antiderrame por separado, con el fin de soldarlas en el lugar donde se dispondrán. De este modo se evita el gran volumen que ocupan y de esta manera facilitar la logística.

Por otro lado, no es recomendable realizar la soldadura del tanque debido a que se debe garantizar la estanqueidad. En este apartado cabe destacar que las soldaduras en un taller no tienen la misma efectividad que las de campo.

Pasos constructivos

Para poder llevar adelante las obras propuestas en el presente informe y cumplir con los objetivos autoimpuestos, se deberá cumplir una secuencia de trabajos que aseguren la continuidad de los mismos, de esta manera poder efectuar el armado del tanque vertical sobre la fundación para luego poder efectuar el llenado del mismo sin infiltraciones.

A continuación, se da una breve descripción de cada etapa del procedimiento de los trabajos:

a. Limpieza de terreno, replanteo de obra y movimiento de suelo

La primera tarea a realizar será una limpieza del terreno en donde será emplazado el tanque vertical, para ello se harán movimientos de suelos para dejar el suelo llano y poder realizar el replanteo de la obra. A su vez los movimientos de suelos contemplarán la batea antiderrame que será el segundo fondo de contención sellado junto con el anillo de fundación. Una vez finalizadas estas tareas se procederá a la ejecución de la fundación del tanque.

b. Ejecución de fundación

Para la correcta ejecución de la fundación del tanque vertical se deberá diseñar de acuerdo a las condiciones climáticas del emplazamiento y a las solicitudes propias del tanque y externas del ambiente. A su vez se deberá diseñar las armaduras del anillo de fundación, los encofrados, vibradores, y uso complementario de aditivos que solucionen los inconvenientes generados por las condiciones que tiene el continente blanco.

c. Trabajo de taller de las planchas de acero

Las planchas de acero que tienen unas dimensiones de (6 x 2) metros deberán ser trabajadas para que puedan ser instaladas en el tanque, dichos trabajos corresponden al cuadrado, biselado, rolado y verificación del rolado. El cuadrado y biselado se realizará en los casos que las dimensiones de las planchas no sean las correspondientes, necesitando realizar cortes con equipos especializados. El rolado es el proceso para darle la curvatura necesaria a la plancha, que en este caso dicha curvatura será de acuerdo al radio del cilindro, este proceso es el más delicado del proceso de construcción ya que el mismo determinará la forma del tanque.

d. Montaje fondo del tanque

Se deberán repartir las planchas del fondo de acuerdo al plano correspondiente considerando los traslapes que deberán cumplir la pendiente de escurrimiento para luego proceder a las tareas de soldado. Se soldarán secuencialmente las cabeceras y luego las longitudinales. Se deberá contar con los procesos de soldadura, equipos (manuales, automáticos, semiautomáticos), electrodos, juntas y elementos de protección personal del soldador.

e. Montaje cilindro envolvente del tanque

Se comienza reubicando el centro del tanque del fondo y verificando que el trazado coincida con el arco de cimentación. La circunferencia interna del borde de la plancha debe quedar a 2" más el espesor del primer anillo y la distancia al borde debe ser igual en toda la circunferencia. Se colocarán los elementos de izaje junto con sus columnas. Una vez colocadas las columnas de izaje se procede a ubicar las planchas del último anillo asentándolas en los burritos. Primero se realizan las soldaduras verticales exteriores, luego las interiores, y por último se esmerila el interior hasta lograr una superficie uniforme sin porosidades. Se procede a hacer pruebas de tintas penetrantes al cordón de su integridad y luego se efectúa el cordón interno.

Finalizadas todas las juntas verticales se verifica la redondez según API 7.5.4 "desviaciones locales". La medida de la circunferencia exterior será la nominal y esa será la medida hasta el final. Luego de medir la circunferencia se prepara para el gateo hasta una altura de 2,40 metros para colocar la siguiente plancha. Se repite el proceso de soldaduras verticales dejando la plancha de cierre sin soldar para verificar las desviaciones locales y cuando esté chequeado se comienza la costura horizontal desde el lado opuesto a la soldadura vertical de cierre, empezando del exterior.

Las planchas de cierre se sueldan siempre a la misma hora debido a los procesos de contracción y dilatación, se suelda el cierre verificando que la medida de la circunferencia exterior sea la misma que la del anillo precedente. Se presenta, apuntala y suelda el ángulo de rigidez y se prepara para gatear el siguiente anillo.

Se repite el proceso hasta el segundo anillo. Para el primer anillo se gatea igual solo que hasta una altura menor para que la plancha descansa sobre el fondo y no sobre el burrito. Una vez gateado se retiran los burritos, se colocan las planchas descansándolas en el fondo y se procede a realizar las soldaduras de la misma forma. Por último, se realiza la soldadura cilindro-fondo, comenzando por la costura interior. Una vez terminados todos estos procesos se realizan prueban derramando diésel caliente en cada costura y observando el exterior para ver si hay fugas. A partir de este momento la única forma de entrar al tanque es por los manholes o pasos de hombre.

Se comienza con la secuencia de soldadura de los accesorios et alocaación del techo, para ello se deberá colocar las columnas y vigas sostén del techo.

g. Montaje techo del tanque

Una vez terminado con la colocación de las vigas radiales se procederá a instalar las planchas del techo. Se coloca primero una línea central y de allí se reparte a los costados hasta quedar solo por colocar las cuchillas. Se procede a realizar las soldaduras.

h. Trabajos finales

Se colocarán los soportes de los montantes del sistema contra incendio y accesorios en el techo. Una vez realizada la prueba hidrostática y después de esta ya no se pueden realizar más soldaduras. Se prueba la calidad de los refuerzos de los manholes y las boquillas. Se realiza la prueba de vacío al fondo y al techo respectivamente a una presión de vacío de 4 psi.

- Construcción de placa base de tanque
- Construcción de pared del último piso con láminas
- Construcción del techo autosoportado
- Construcción del resto de pisos
- Acabado final
- Pintura antioxidante

i. Sistema de Distribución del Combustible

En la Figura 79 se puede observar el sistema de distribución de combustible que va a conectar los tanques verticales y los depósitos de las Usinas.

4.8.3 Obtención y Consumo de Agua

Las lagunas de la Base Antártica Petrel se encontrarán situadas sobre el Noreste de la meseta (Cabo Welchness), a unos 20 msnm. La denominada Laguna de Reserva Norte (LRN) será de mayores dimensiones que la Reserva que se encuentra allí actualmente. La Laguna Principal Sur (LPS) será una huella más pequeña, emplazada a la altura de la línea de edificaciones existentes (ver Anexo 7- aguas).

Ambas estarán conectadas mediante un Canal de Comunicación, el cual permitirá realizar los trabajos de mantenimiento sin poner en riesgo la contención de la totalidad del agua retenida. Esto posibilitará el escurrimiento del líquido por gravedad sin la necesidad de plantear un sistema de bombeo. Además, la LRN tendrá un tipo de vertedero con una sección trapezoidal abierta, lo que permite un control y mantenimiento directo ante cualquier obstrucción.

Estas instalaciones permiten la retención y almacenamiento de agua dulce provenientes de los deshielos y derretimientos de la capa activa del permafrost y/o de la acumulación de nieve. Debido a los minerales que contiene el suelo en el cabo, el agua captada requiere de filtrado y purificación para ser apta para el consumo humano, pero se permite su uso directo para limpieza, higiene y sanitarios.

Considerando que el objetivo general de la remodelación de la base Petrel es la de contribuir al cumplimiento de las tareas científicas, técnicas y logísticas del Programa Antártico Argentino, cumpliendo lo normados por el Tratado Antártico y protocolos vigentes, en ese marco, surge la

necesidad de contar con un sistema de obtención, almacenamiento, transporte y potabilización de agua acorde con los parámetros de personal máximo con que puede contar la base (120 personas). A tal efecto se ha pensado en un sistema principal y dos alternativos.

El sistema debe estar en capacidad de: Obtener, almacenar, transportar y potabilizar agua durante todo el año.

Proporcionar agua a la:

- Casa Principal/laboratorio
- Casa de Emergencia
- Usina Principal
- Terminal de cargas y depósito DNA
- Hangares
- Terminal de Pasajeros
- Talleres
- Alojamiento de Emergencia / Gimnasio

Los sistemas auxiliares deben proporcionar una menor cantidad de agua, pero en forma constante, a los efectos de que la base nunca quede sin agua.

4.8.3.1 Fuentes y metodología para obtención de agua

La capacidad de contención de agua de la Laguna de Reserva Norte aumentará más de 30 veces, pasando de 1.015 m³ a 31.740 m³; y la huella Sur pasará a tener una capacidad de 8.185 m³. La superficie de embalse será de 8.185 y 3.445 m², respectivamente. La pendiente longitudinal del canal de conexión será de 0,5%, partiendo desde el fondo del extremo superior del canal, en una cota de nivel de aprox. +12,25 m, a 1,00 m por debajo del nivel del terraplén de la Laguna Principal Sur, hasta una cota inferior sobre la Laguna de Reserva Norte de +11,35 m. Su sección está conformada por una base menor de 3,00 m y una mayor de 5,00 m con una pendiente de sección transversal de 1:1 aprox. El vertedero de descarga tendrá 4,80 m de ancho (cota a pelo de agua de 0,80 m), con una diferencia con respecto a la cota de coronamiento del terraplén de 1,00 m a fin de mantener la seguridad anti-erosión. La longitud de la base menor será de 2,80 m.

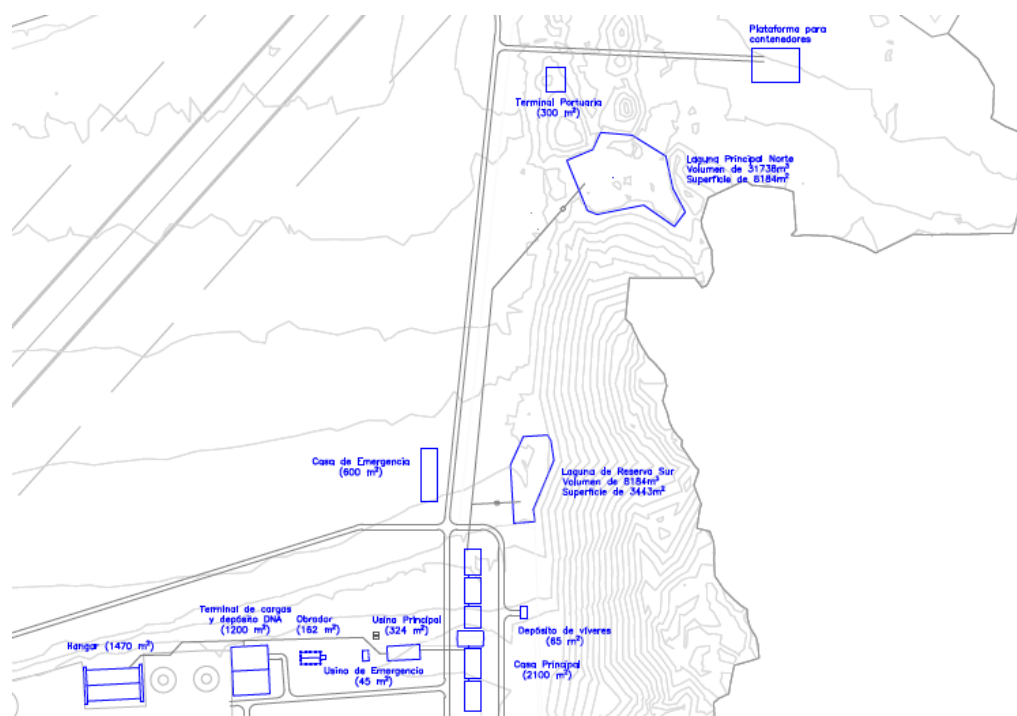


Figura 80: croquis con ubicación de las lagunas.

Tanto ambas lagunas como su canal de comunicación y el vertedero, estarán protegidos a fin de evitar la filtración del agua, la erosión y socavación del terreno y la infiltración del agua en el permafrost, lo que forma cuñas de hielo y movimientos en el lecho fundante de la laguna, generando inestabilidad en el tiempo. Para ello se empleará como material de refuerzo, Geomembrana de polietileno de baja densidad (LLDPE), la cual será colocada mediante paños soldados. Además, deberán estar resguardados por un cercado de seguridad de, como mínimo, 0,80 m de altura desde el punto más alto del cerco hasta el nivel de terreno para prohibir el eventual ingreso de animales. Este cercado será un sistema móvil que puede ser utilizado durante el verano y desmontado en el invierno, conformado por parantes y cables de acero, con recubrimiento exterior galvanizado, poliuretano acrílico y/o epoxi en capas.

En verano, la población que habitará la base puede llegar a un orden estimado de 140 personas, por lo que se debe cubrir un mayor consumo de agua. En invierno, si bien la población se podría reducir a los 60 habitantes promedio, las bajas temperaturas pueden congelar el agua hasta una profundidad de como mínimo 1m desde la superficie de la laguna, siendo necesario derretir nieve para atravesar esta época. Por esta razón también se busca aumentar la capacidad de reserva de agua disponible actualmente.

La laguna deberá estar complementada con equipos para el transporte de agua ya sea por gravedad o impulsión hacia el destino según necesidad, ya sea la planta de potabilización o los tanques de almacenamiento, incluyendo cañerías, mangueras, bombas centrífugas, etc. y su correspondiente conexión eléctrica.

Se requiere ejecutar una red de agua potable en la Base Antártica Petrel, con el fin de garantizar el acceso al agua a la Actividad Logística Antártica Argentina (ALAA) y, de esta

manera, solventar las necesidades para un planeamiento de la Base. Es una prioridad de ejecución que arraiga en la salud, la higiene y el saneamiento de las dotaciones en la cotidianidad y ante una eventual emergencia.

Este aprovisionamiento será inicialmente mediante la potabilización del agua descongelada de glaciar y, en segunda instancia, de la desalinización y potabilización del agua de mar. De esta manera, sería posible resguardar la calidad de la misma y evitar las enfermedades transmitidas por el agua en mal estado.

Se construirán dos Lagunas en el sector norte de la morena del Glaciar Rosamaría y otra sobre la morena próxima al extremo norte de la plataforma superior del Cabo Welchness. Su función será la de reservorio de agua para el abastecimiento de la base. Las dos lagunas tendrán su lecho impermeabilizado con geomembranas de polietileno virgen de baja densidad y peso molecular, en forma de paños. Estarán sellados de manera hermética para lograr un bajo mantenimiento, permitir la reserva del fluido descongelado del glaciar Rosamaría. Desde allí, y a través de bombas centrífugas de impulsión (bombas de trabajo y de servicio/ reserva), se extraerá el agua y se la conducirá a través de una cañería hacia los diferentes edificios para su almacenamiento.

4.8.3.2 Metodología de tratamiento y distribución del agua

La red de agua tendrá una serie de elementos a saber (ver “Detalle Plano de Red de Distribución de Agua y Cloaca”).

- Lagunas, donde se obtendrá el agua.
- Planta de bombeo, donde se encontrarán las bombas que saquen el agua de la laguna y la envíen a la red.
- Red de cañerías, por dónde circulará el agua.
- Tanques de almacenamiento, ubicados en los edificios que estarán en las salas de máquinas y cuya función será la de abastecer de agua al mismo.
- Filtro potabilizador, hará al agua apta para consumo humano
- Red interna de agua, red de agua de cada edificio.

Sistema de Bombeo

Existirán dos plantas de bombeo. Una en la laguna principal y otra en la laguna de emergencia o secundaria. Las plantas de bombeo estarán constituidas por una pequeña casilla en proximidades de las lagunas, desde la cual se controlará la bomba sumergible que tomará el agua de la laguna y la impulsará a través de la cañería hacia los diferentes edificios, logrando levantar en altura la cota piezométrica del fluido

Cada Planta de bombeo tendrá 2 bombas sumergibles trifásicas sumergibles, de las cuales una estará en funcionamiento y la otra será su backup. Estas estarán asociadas a un caudalímetro que informará la cantidad de agua que se encuentra ingresando a la red de agua.

El control del funcionamiento de cada Planta de bombeo (funcionamiento de cada bomba sumergible y los caudalímetros) será supervisado desde el cuarto de control de la Usina Principal.

En cada planta de bombeo habrá un compresor de aire para el venteo de la cañería. Se lo empleará en caso de que sea necesario vaciarla para mantenimiento u otra causa. Es posible que, a similitud de Base Esperanza, no sea necesario el funcionamiento continuo de las bombas sumergibles. En ese caso será necesario el venteo de la red.

Red de Agua

Inicialmente, el agua será bombeada hacia dos edificios. La casa Principal y la Casa de emergencia. La casa de emergencia tendrá su propia bomba y tanques de almacenamiento, al igual que su propia planta potabilizadora. Desde la Casa Principal, la red de agua se dividirá en dos redes troncales que llevarán el agua a los otros edificios de la base

En forma periódica, se bombeará agua a través de dos redes troncales hacia las instalaciones que contarán con agua, las cuales son:

Red troncal norte	Red Troncal Sur
<ul style="list-style-type: none">● Casa de emergencia● Usina Principal● Terminal de Cargas● Hangar	<ul style="list-style-type: none">● Parque automotor● Talleres● Alojamiento de Emergencia / Gimnasio● Hangar de Helicópteros● Planta de tratamiento de líquidos cloacales

La construcción de la red de agua se realizará mediante una cañería suspendida, con el uso de cintas calefactoras, tecnología que imposibilita el congelamiento del fluido. Se busca idealmente que la cañería sea de acero inoxidable, como el ASTM 316, o al carbono con un respectivo recubrimiento exterior, envuelto por las cintas calefactoras, con un diámetro nominal de 3" (pulgadas).

La cañería estará a una altura de 60 cm con respecto al suelo. También se prevé la utilización de juntas de dilatación, para amortiguar el efecto de la dilatación y contracción de la cañería por las temperaturas la suspensión de la cañería será efectuada a través de anclajes metálicos empotrados al suelo semejantes a bloques de apoyo. Los apoyos estarán separados de 50 a 80 cm para lograr la estabilidad de la cañería respecto a los efectos climáticos/ meteorológicos como vientos, y al posible asentamiento o afloramiento por el paso del tiempo. La red de agua tendrá sus correspondientes cajas de inspección.

El control de la red se hará desde la Usina Principal y se evaluará el consumo de la cinta calefactora por tramos y el caudal de agua que circula por ella. Una vez potabilizada el agua, se

dividiría el traslado por 2 trazas, una siguiendo la línea de edificaciones hasta la terminal de pasajeros y la otra hacia el Hangar del de Helicópteros.

La cañería debería poseer una o más bombas de impulsión en el caso de que la topografía no permita el correcto funcionamiento a presión del traslado de agua desde su recolección hacia la base, o viceversa. La misma tendría un recorrido aproximado de 1.600 m (sin tener en cuenta la cañería correspondiente a la instalación interna de la planta), con válvulas esclusas en cada entrada y/o salida de la edificación o bien dividiendo las longitudes mayores a 1.000 m. También debería de constar de válvulas de purga (desagüe) en puntos bajos, válvulas de aire (alivio) en puntos altos y de seguridad Duo Check (retención), además de juntas de dilatación, todas con extremos bridados.

Se busca idealmente que la cañería fuese de acero inoxidable, como el ASTM 316, o al carbono con un respectivo recubrimiento exterior, envuelto por las cintas calefactoras, con un diámetro nominal de 3" (pulgadas).

4.8.3.3 Calidad del agua

Se instalarán dos equipos de potabilización de agua tipo OI-501. El primero en la casa Principal y otro alternativo en la casa de emergencia. Los equipos serán potabilizadores de ósmosis inversa con capacidad de potabilizar la totalidad del agua obtenida de las lagunas.



Figura 81: planta potabilizadora de ósmosis inversa.

Tendrá una capacidad máxima de potabilización de 1500 litros/hora. Su funcionamiento será automático y su panel de control se encontrará en el cuarto de control de la usina Principal. Se controlará el caudal de agua potabilizada y la calidad de la misma.

Tanques de almacenamiento

Cada edificio que tendrá servicio de agua, contará con tanque de almacenamiento acordes con los consumos estimados en cada una de esas instalaciones. Se establecerán turnos para el llenado de cada uno de los tanques de agua.

Tendrán tanque de almacenamiento de agua, y por lo tanto servicios de agua y cloacas:

- Casa Principal y Laboratorio
- Casa de Emergencia
- Usina Principal
- Terminal de Cargas
- Terminal de pasajeros
- Talleres
- Alojamiento de Emergencia / Gimnasio
- Hangar Helicópteros

Desde estos tanques se abastecerá la red de agua de cada edificio. La usina Principal contará con una capacidad de almacenamiento de agua de 30.000lts constituyéndose como reserva de agua de la base. Este edificio contará con una estación de bombeo que le permita enviar agua, hacia las dos redes troncales. Este procedimiento será empleado en caso de que haya inconvenientes con la obtención de agua de las lagunas, se esté empleando el derretidor de agua o el desalinizador.

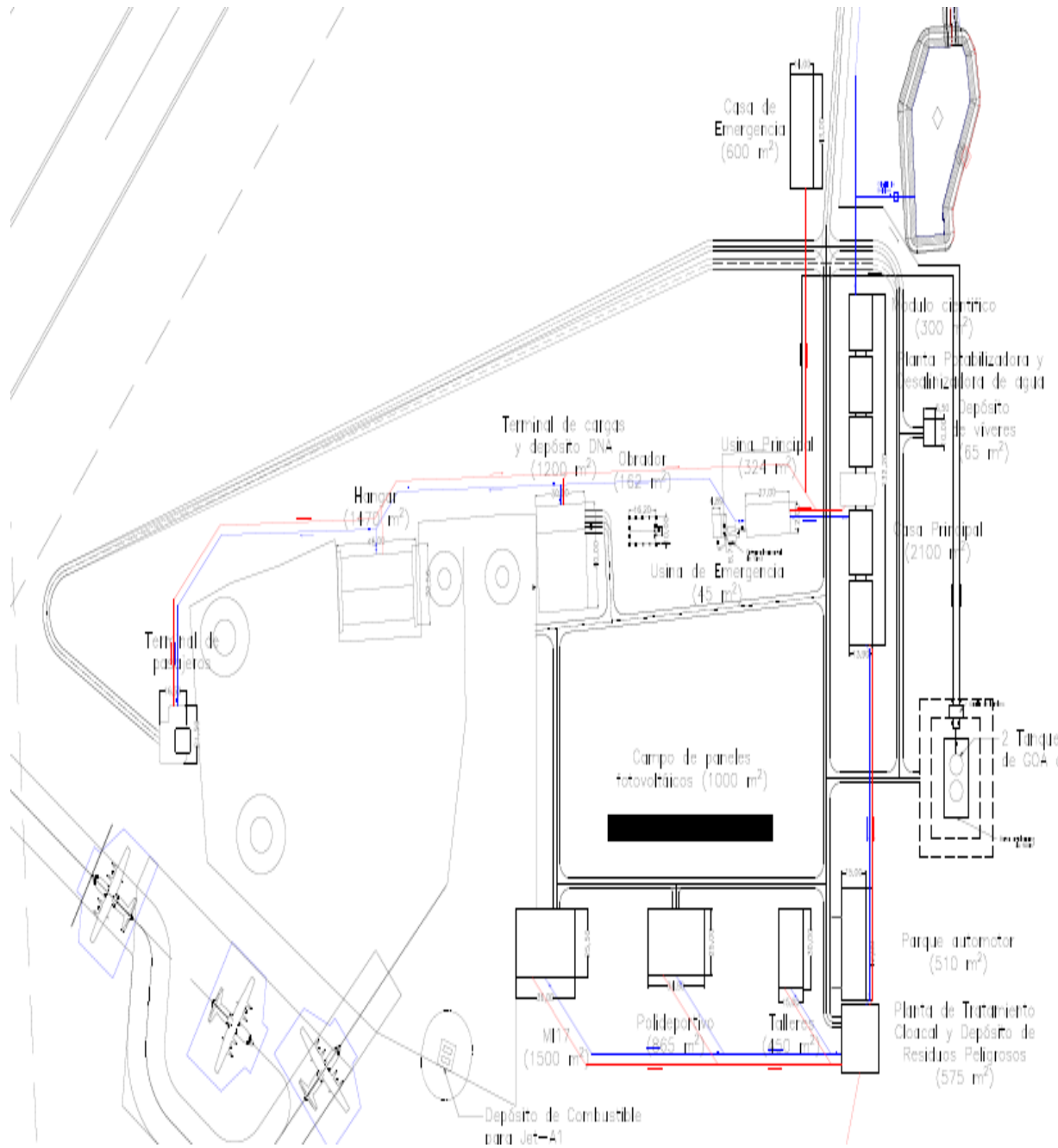


Figura 82: ubicación de una de las lagunas y de la red de provisión de agua.

Redes internas de agua

Serán las propias de cada edificio. Eventualmente las redes podrán contar con una bomba presurizadora para elevar la presión de salida.

Formas alternativas de obtención de agua

La base contará con dos formas alternativas de obtención de agua. Estas, serán empleadas en caso de emergencia.

Los métodos serán:

- Obtención de agua desde el mar
- Obtención de agua por derretimiento de hielo o nieve

Obtención de agua desde el mar

Será un proceso alternativo. Para ello se contará con una planta desalinizadora portátil Karcher modelo WTC 3000, que utiliza el sistema de ósmosis inversa para la potabilización del agua, reteniendo partículas, microorganismos, virus, sales y productos químicos. Tiene un rendimiento de hasta 3000 lts/h. La misma permitirá obtener agua sin exceso de componentes salinos o de sales de agua marina y salmuera, siendo esta última devuelta al mar. Mediante un sistema de bombas, el agua es succionada y bombeada hacia la planta, para posteriormente dirigirse hacia la planta de potabilización.

Obtención de agua por derretimiento de nieve o hielo

Será un proceso alternativo de emergencia ante una falla en el sistema de obtención de agua de las lagunas. Se instalará en la Usina Principal un derretidor de una capacidad de 2000lts, que empleará una resistencia eléctrica y un quemador para el proceso del derretimiento.

▪ Gestión de las aguas residuales

El proyecto requiere contar con un sistema que incluya la recolección, almacenamiento, tratado y disposición final de aguas servidas. El” Proyecto I&D+i para la fabricación de una Planta Piloto de tratamiento de efluentes residuales “PTER”, con un Bio-digestor se encuentra en el Apéndice 7. Desarrollado en sintonía con lo normado por el Tratado Antártico y protocolos vigentes.

A tal efecto se ha pensado en un sistema en capacidad de:

- Recolectar, almacenar, tratar y efectuar la disposición final de los líquidos durante todo el año.
- Variar la cantidad de líquidos a gestionar, considerando la cantidad de personal durante el verano y durante el resto del año.
- Dada la dispersión de edificios evitar el congelamiento de las cañerías y la operación normal de la planta de tratamiento.

Recolectar aguas servidas (grises y negras) de:

- Casa Principal/laboratorio
- Casa de Emergencia
- Usina Principal
- Terminal de cargas y depósito DNA

- Hangares
- Terminal de Cargas
- Terminal de Pasajeros
- Hangar de helicópteros
- Alojamiento de Emergencia / Gimnasio
- Talleres

4.8.3.4 Red de efluentes

La Red de aguas servidas constituirá un sistema compuesto por artefactos sanitarios (inodoro, bache o lavarropas), tanques (sépticos, de decantación y otros, bombas, cañerías calefaccionadas y filtros, A través de ella se efectuará la recolección, almacenamiento, transporte, tratado y disposición final de aguas grises y negras.

Recolección de aguas grises y negras

Cada edificio que tenga servicio de agua contará con un sistema de recolección de aguas grises y negras. Dichas aguas serán conducidas a un tanque séptico donde se almacenarán. De acuerdo con el volumen calculado de producción de aguas grises y negras, será la capacidad del tanque séptico.

La capacidad de los tanques sépticos estará en directa relación con la capacidad de almacenamiento de agua potable de cada edificio. Como mínimo deberán ser de un volumen mayor a un 10% de la capacidad del tanque de agua del edificio. De igual forma, el vaciado de los tanques séptico se efectuará cuando los tanques de agua se encuentren en su mínima capacidad. Dicho procedimiento será automatizado con la supervisión del personal de la dotación.

Bombeo de aguas cloacales

El tanque cloacal tendrá en su salida una bomba trituradora, que molerá los residuos y los impulsará a través de la cañería. La bomba trituradora tendrá una potencia de 2 HP y será trifásica. Su accionamiento se hará en forma automática como se describe en el punto anterior

Red de recolección para aguas servidas

La Red Cloacal se materializará con una cañería con un recorrido de tres vías de diámetro 110 mm recubierto con poliuretano expandido y fibra de vidrio en su exterior. En total tendrá una longitud estimada en más de 1900 m. Estará compuesta por tres redes troncales que recolectarán las aguas cloacales de las diferentes instalaciones. Estas son:

Red Troncal 1:

Desde la Terminal de pasajeros, pasando por Hangar, Terminal de Cargas y Depósito DNA y Casa de Emergencia hasta la Casa Principal.

Red Troncal 2

Desde el hangar de helicópteros, pasando por el Alojamiento de Emergencia / Gimnasio y los Talleres, finalizando en la Planta de Tratamiento Cloacal.

Red Troncal 3

Desde la Casa Principal hasta la Planta de Tratamiento Cloacal.

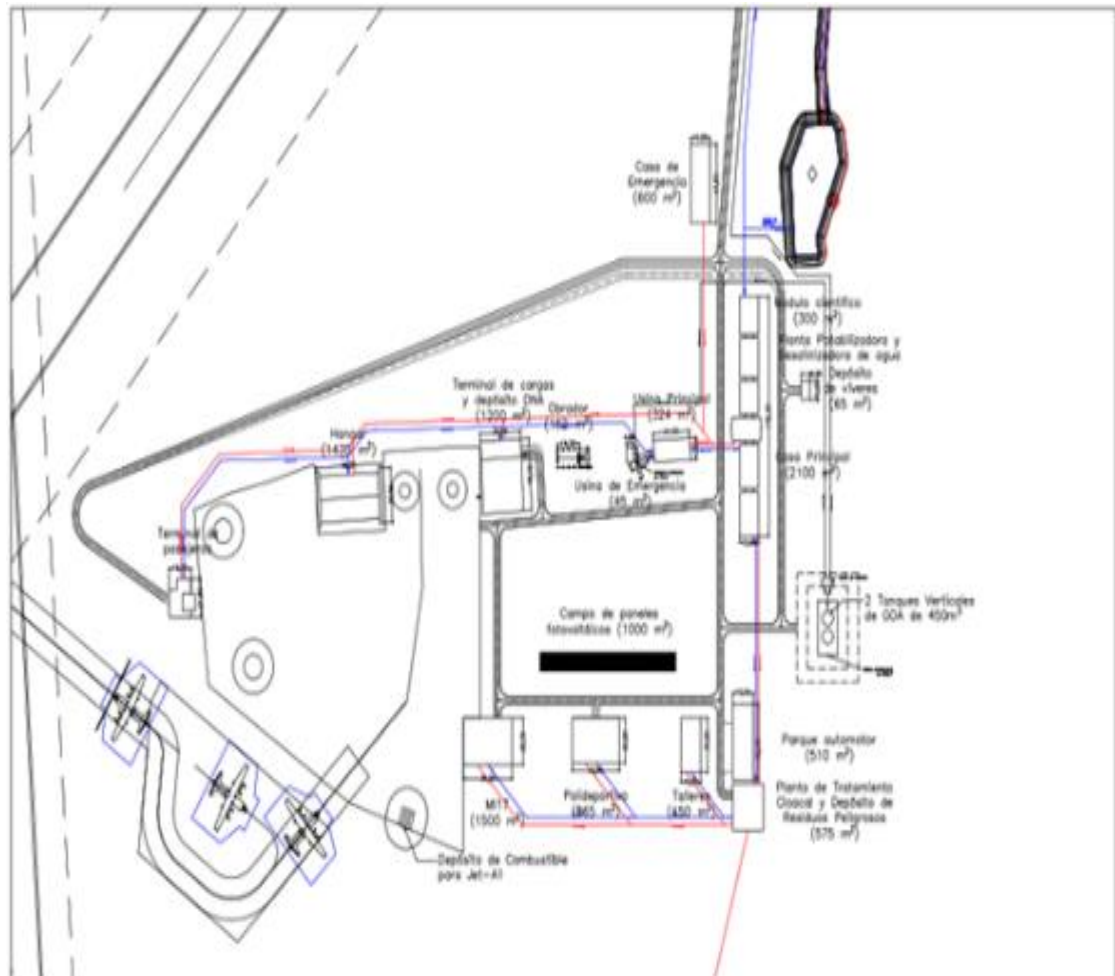


Figura 83: esquema de la red de agua potable y cloacal.

Materiales

La red se compondrá de una cañería de acero galvanizado, suspendida. Contará con un sistema de doble cinta calefactora y sobre ella una cubierta aislante de fibra de vidrio. La cañería estará ubicada a unos 60 cm respecto del nivel del suelo, y el uso de esta tecnología permitirá que los fluidos no se congelen debido a las bajas temperaturas del medio.

La suspensión será realizada a través de anclajes metálicos empotrados al suelo, teniendo presente los efectos climáticos, como, por ejemplo, vientos o nevadas, y posibles efectos de asentamiento de la cañería. Este sistema estará compuesto por abrazaderas metálicas, soportes de acero y bridas. Finalmente, la cañería tendrá un sistema de venteo para

asegurar que no queden líquidos cloacales dentro de las cañerías y evitar de esa forma su congelamiento y posterior obstrucción del conducto.

4.8.3.5 Sistema de tratamiento de efluentes (ver Anexo 7-Aguas)

La red troncal conducirá las aguas cloacales al Edificio de la Planta de Tratamientos Cloacales, donde serán tratadas. En su interior se instalarán 3 plantas de tratamiento de efluentes residuales (PTER). Cada una de ellas se activará en forma complementaria en relación con la cantidad de personal que haya en la base.

Se ideó esta solución por cuanto:

- Permite optimizar el funcionamiento de cada una de ellas en su régimen óptimo.
- Permite desactivarla en caso que el caudal de líquidos pueda ser tratado por una o dos plantas.
- Permite alternativas en caso que alguna de las plantas tenga una falla y quede fuera de servicio.

Edificio para la Planta de Tratamiento

Las dimensiones de la planta a proyectar serán de 22,50 m de ancho y 25,50 m de largo, y contará con una superficie cubierta de 273,5 m². Se prevé que trate un caudal de 10.800 lts/día, realizará el tratamiento pertinente, depurando y desinfectando el agua para su correcta deposición.

El edificio será proyectado con un sistema constructivo modular a fin de permitir su fácil traslado desde el Continente hacia la Antártida, y de una relativa simplicidad en la construcción y armado, una vez en los lugares que fueran necesarios.

El objetivo de la estructura será soportar las acciones ejercidas sobre ella y transmitirlas hacia los cimientos. Se llevará a cabo con métodos de construcción en seco (paneles tipo sándwich) y con un sistema de estructura reticulada (cerchas prefabricadas compuesta por perfilería metálica). El esqueleto estructural estará envuelto por las paredes que dan con el exterior, que serán sujetas mediante varillas roscadas de acero a perfiles estructurales galvanizados (correas).

Dimensiones, distancias y características entre estos elementos deberán indicarse de manera correspondiente en los planos de proyecto definitivo. Se preverá utilizar perfiles de chapa delgada, perfiles ángulos, caños tubulares y/o redondos como rigidizadores.

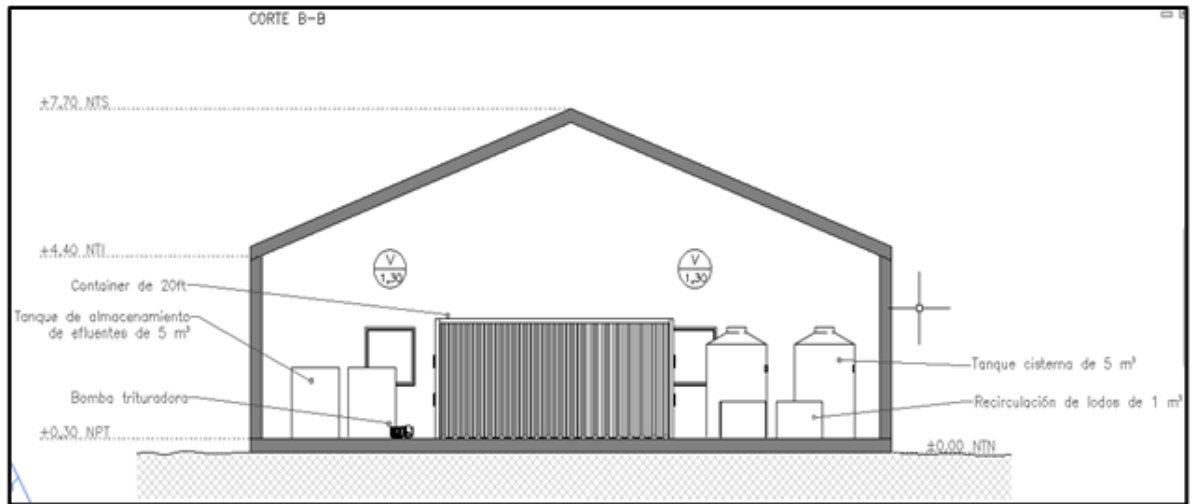


Figura 84: vista lateral del edificio con la planta de tratamiento.

Planta de Tratamiento

Se realizará el Diseño y fabricación de la PTER+Biodigestor Autosustentable “Planta Piloto” modular y escalable para la BA “Petrel”. Estudio de ensamblaje, conexionado y funcionamiento de los equipos (Aguas grises y negras).

La alternativa seleccionada para la “PLANTA PILOTO” de la BA “Petrel” será producto de los estudios de I&D+I realizados por el equipo de trabajo, entre el COCOANTAR, FAUBA, DIGID y DGII. Se aplicará la mayor cantidad de aspectos posibles relacionados con CyT, y en base a diferentes criterios, tanto logísticos, medio ambientales y económicos; prevaleciendo siempre la seguridad de las personas, en la detección de fallas materiales o de operatividad y, sobre todo, como fin último, contribuir a mejorar la actividad de "Avanzar en la Gestión de Aguas Residuales de las Estaciones Antárticas”

Alternativas de tecnologías analizadas

Parámetros de diseño:

Es posible que sea necesario desarrollar soluciones de gestión de aguas residuales a medida, y así poder obtener resultados que satisfagan los requisitos del Anexo II y III. A continuación, se analizaron las siguientes tecnologías, para lograr que los resultados del proceso se encuentren libres de microorganismos. Estos son:

- Ozono de desinfección/destrucción.
- Cerámica microfiltración.
- Ósmosis inversa.
- Carbón activado biológicamente.
- Desinfección ultravioleta.
- Desinfección con cloro.

Opciones del sistema.

Desde una perspectiva operativa de ingeniería, las características deseables de la unidad incluyen:

- Diseño compacto.
- Bajo consumo de energía.
- Confiabilidad operativa en temperaturas bajo cero.
- Tratamiento combinado de aguas negras y grises.
- Ubicación del sistema donde las corrientes de aguas residuales, pueden ser recolectadas por gravedad.
- Facilidad/simplicidad de mantenimiento, incluida la limpieza de un sistema que está cerrado, para reducir los olores.
- Disposición para la reutilización del agua tratada para descarga de inodoros, lavado de vehículos, etc.
- Necesidad mínima de piezas de repuesto, intervenciones humanas limitadas u oportunidad de error humano a través, por ejemplo, del uso de productos químicos inadecuados o de no prestar la atención adecuada a la limpieza del sistema.
- Facilidad de puesta en marcha en estaciones que no están ocupadas durante todo el año.
- Capacidad de "reducirse" durante períodos de baja demanda, por ejemplo, invierno.
- La instalación de trampas de grasa para la cocina, probablemente ayudará, pero no se puede esperar, que resuelva todos los problemas asociados con grandes volúmenes de grasas, aceites y grasas que ingresan a las plantas de tratamiento de efluentes.

Aspectos críticos

- El monitoreo de efluentes es de importancia crítica.
- No es suficiente realizar un seguimiento y registro de los resultados del sistema.
- Los resultados necesitan ser analizados por su significado.
- El DBO (Demanda Biológica de Oxígeno), TSS (Sólidos Suspendidos Totales), TN (Nitrógeno Total) y *Echerichia coli*, son los parámetros emisarios que se miden con mayor frecuencia en los programas nacionales.
- La medición de la contaminación por coliformes es especialmente importante.

PROCESO DE TRATAMIENTO DE LOS EFLUENTES RESIDUALES

DETALLE DEL TRATAMIENTO

- Desgrasador, reja o tamiz filtrante, tratamiento primario, fosas sépticas – tanque IMHOFF – decantador digestor.

- Periodo de retención: el efluente es retenido entre 24 a 12 horas según la contribución del efluente. Para 4500-6000 litros al día, se estima una retención de 18 horas o 0.75 días.
- Decantación de efluente: simultáneamente a la fase anterior se procesa una sedimentación de 60 a 70 % de los sólidos en suspensión contenidos en el efluente. Formándose una sustancia semilíquida denominada lodo.
- Parte de los sólidos no sedimentados, formados por aceites, grasas y otros materiales mezclados con gases, flota y es retenida en la superficie libre del líquido en el interior de la fosa, este líquido es denominado espuma.
- Digestión anaeróbica de lodos. Ambos sólidos, lodo y espuma, son degradados por bacterias anaeróbicas, provocando destrucción total o parcial del material volátil y organismos patogénicos.
- Reducción de volumen de lodo: del fenómeno anterior, resultan gases, líquidos y acentuada reducción del volumen de sólidos retenidos y digeridos, que adquieren características estables capaces de permitir que el efluente líquido pueda ser tratado en mejores condiciones.
- La fosa séptica deberá ser proyectada, de modo que sus dimensiones atiendan satisfactoriamente la salida de efluente y permita un mantenimiento simple, económico y seguro.
- El cálculo del volumen del tanque se considera el volumen correspondiente al periodo de retención del efluente, y al volumen correspondiente a la acumulación de lodos digeridos, de acuerdo con la siguiente expresión.

Pre-tratamiento:

Es el primer paso luego del bombeo del líquido a la planta depuradora, y consiste en la remoción de cualquier sólido considerable que pueda ingresar junto con el efluente, como por ejemplo trapos, papeles o ramas. Esto se logra mediante rejas fijas o automáticas, tamices o canastos perforados, los cuales suelen emplearse habitualmente en plantas compactas. Asimismo, el pre-tratamiento puede abarcar un proceso de desarenado, donde se remueven arenas o pequeñas piedras que puedan ingresar junto con el líquido.

Tratamiento primario:

- El primero consiste en una sedimentación primaria (está presente únicamente en grandes plantas cloacales), donde decantan partículas finas de sólidos que estaban en suspensión en el líquido cloacal. Estas partículas sedimentadas forman un barro primario, que luego debe ser extraído y tratado correspondientemente.

- El segundo proceso consiste en la ecualización del efluente. Como los líquidos cloacales no se generan de forma pareja a lo largo del día, es importante contar con un tanque ecualizador (también llamado tanque de homogeneización o tanque pulmón) que amortigüe los picos de caudal y de carga, dando una salida constante para el resto de los procesos. Es importante que este tanque se encuentre aireado (habitualmente con difusores de burbuja gruesa), para evitar septicidades que puedan generar malos olores y problemas asociados.

Tratamiento secundario:

- Es generalmente reconocido como el proceso más importante en la depuración del efluente cloacal. Involucra la utilización de procesos biológicos, es decir, el empleo de bacterias aeróbicas formadas naturalmente que utilizan la materia orgánica contaminante como alimento y la degradan para formar elementos inocuos.
- Existe una gran variedad de tratamientos secundarios posibles, aunque los más habituales incluyen cámaras de aireación con barros activados, sistemas SBR, sistemas MBBR y filtros percoladores. Estos procesos casi siempre involucran difusores de aire, habitualmente de burbujas finas. Luego de que los microorganismos depuran el efluente, es importante separarlos del líquido, ya que pueden ser nocivos para los cuerpos de agua y el ser humano. Esto se logra generalmente mediante un sedimentador secundario, que tiene un funcionamiento similar al sedimentador primario, pero su función es la de separar el barro biológico formado en la cámara de aireación y el líquido tratado, que pasa al tratamiento terciario. Parte del barro separado es recirculado a la cámara de aireación, donde continúa con su función depuradora, mientras que el resto es enviado al tratamiento de lodos.

Tratamiento terciario:

- Es el último proceso habitual dentro de una planta depuradora cloacal. Involucra básicamente la desinfección del líquido, es decir, la eliminación de bacterias y otros microorganismos potencialmente patogénicos. Su remoción se logra mediante la adición de cloro. En algunas plantas modernas, también puede emplearse desinfección por luz UV u ozono. El líquido desinfectado ya está listo para ser vertido al ambiente, sin que represente un foco de contaminación.

Tratamiento de barros:

- Los barros provenientes del tratamiento primario y secundario deben ser tratados para evitar que generen problemas al ambiente. Existe una inmensa variedad de tratamientos, pero los más habituales incluyen su digestión aeróbica y deshidratación, lo que los hace manejables, para ser transportados hasta un relleno sanitario, donde son enterrados junto a los residuos sólidos urbanos.
- En el caso de la BA "PETREL", serán replegados al continente americano para su disposición final.

PRÁCTICAS SUSTENTABLES EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PTER BIODIGESTOR AUTOSUSTENTABLE EN LA BA “PETREL”

En este proyecto se tienen en cuenta estos dos ejes considerados como centrales para las prácticas sustentables en la Antártida. El Tratamiento y la Logística:

El Tratamiento:

Las aguas residuales producidas en las bases antárticas requieren de un tratamiento previo a su disposición final, tal como lo establece el Protocolo de Madrid al Tratado Antártico firmado en el año 1991 y que entró en vigor en 1998. Sin embargo, este Protocolo no establece los parámetros a evaluar en las plantas de tratamiento, ni los límites de concentraciones permitidas en las aguas residuales tratadas, por lo que diferentes países vienen ajustando sus procesos, de acuerdo con las propias normativas nacionales.

- La Argentina cuenta con plantas de tratamiento en sus bases permanentes en la Antártida, pero requiere optimizar los procesos, para concederles una mayor robustez y poder hacer frente a estándares de tratamiento locales e internacionales que cada vez son más exigentes.

La logística:

Uno de los grandes desafíos logísticos de la gestión en las bases de la Antártida Argentina, radica en la complejidad para el abastecimiento de los equipos, repuestos y suministros para las dotaciones de las distintas bases. Esto se manifiesta en la necesidad de arribar embarcados o vía aérea, pero además se vuelve más complejo, al tener que realizar la disposición final de los residuos en el continente antártico. De esta forma,

- Los residuos sólidos y líquidos producidos por las bases argentinas, excluyendo las aguas residuales tratadas, deben ser clasificados y almacenados para su posterior transporte y tratamiento en nuestro país. Por este motivo, toda disminución que pueda lograrse en el volumen y masa total de los residuos producidos en la Antártida generará necesariamente un alivio logístico significativo.
- Dado que una parte de los residuos producidos por las dotaciones en la Antártida se corresponde con compuestos biodegradables, la propuesta de instalación de un “biodigestor”, incorporado en la Planta Piloto de PTER de “Petrel”, permitirá generar valiosa información relacionada con la capacidad de esta tecnología, para disminuir la cantidad de residuos sólidos que requieren posterior tratamiento y transporte hacia la Argentina.

Selección del sitio:

La selección del terreno para la realización de la obra se basa en dos aspectos básicos, el primero está relacionado con la topografía de la zona y el segundo las características particulares donde se originan los efluentes residuales, generados en cada una de las instalaciones de la base. Actualmente se descargan sin tratamiento alguno en el mar. También se debe determinar, la

ubicación y traza de los colectores para la alimentación de la planta, como así también, la posterior descarga de los efluentes tratados en el punto determinado, siguiendo la escorrentía natural de la pendiente. A tal fin se definió el emplazamiento final de la PTER+Biodigestor en la BA "Petrel", y así se pudo dimensionar:

Ubicación física del proyecto y plano de localización.

La Planta de Tratamiento, ubicada sobre la Base Antártica Petrel, se emplazará sobre la planicie elevada (dirección E-O), a resguardo de los vientos dominantes (dirección N-S), y la formación de la llamada "cola de nieve" (acumulación de nieve detrás de un obstáculo generado por los vórtices de viento).

Ubicación

Cada CONTENEDOR MODULAR (DOS DE 20 PIES) que contiene la PTER estará en un edificio de una superficie cubierta de 250 m², de dimensiones iniciales 16 m (ancho) 16,50 m (largo) y 3 m (alto). El líquido para tratar será proveniente de la Casa Principal, ubicada a 137,5 m de la PTER, en dirección norte. Esta se encuentra a una cota de +17,0 m y la PTER a +15,5 m, por lo tanto, existe un desnivel positivo de 1,1%, para que escurra por gravedad.

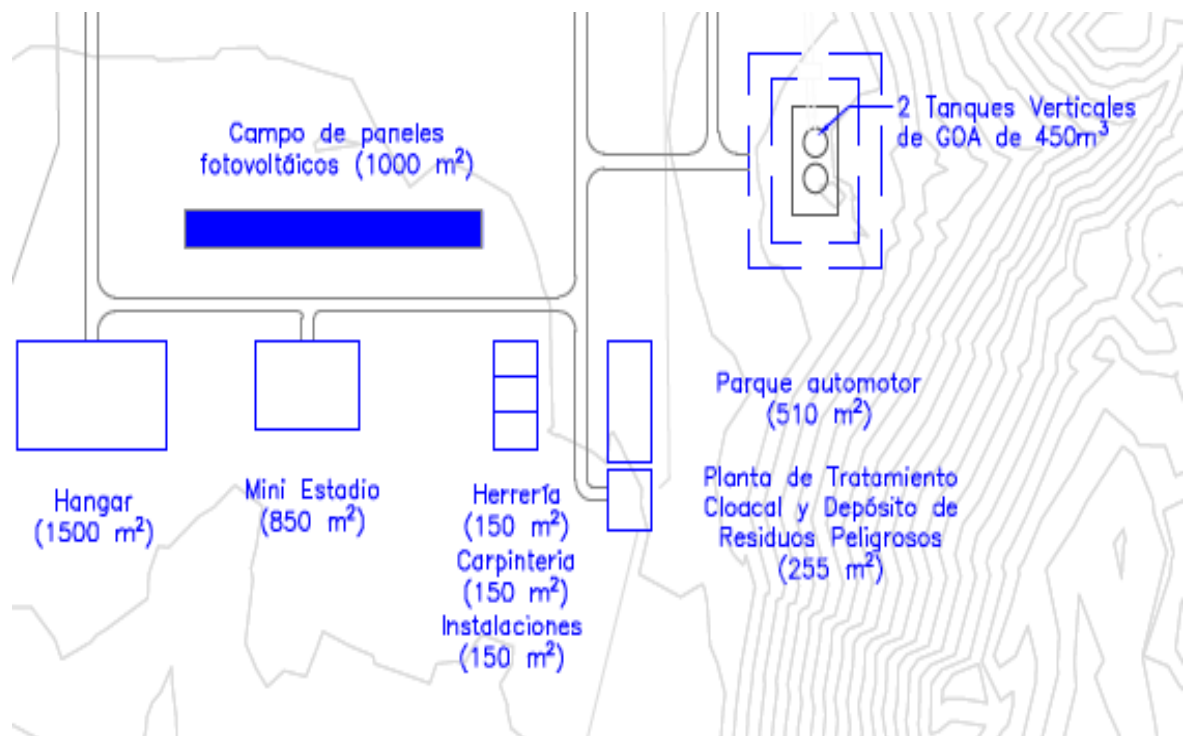


Figura 85: ubicación de la planta de tratamiento de efluentes.

Capacidad mínima de tratamiento de efluentes residuales:

Inicialmente para 35/40 personas como mínimo. El colector de salida desde la casa, estará en función del tipo de bomba elegida. Las tres PTER tendrán capacidad total para el tratamiento de hasta 120 personas.

Cañería

La cañería se proyecta en caño galvanizado de 100mm, esto estará en función de la impulsión de la bomba trituradora ubicada sobre la Casa Principal. Toda la cañería estará con doble cinta calefactora, como así también, ubicada a unos 60 cm respecto del nivel del suelo. Capacidad de recirculación de las aguas grises en cada instalación.

Características ambientales frecuentes donde operará (Aspectos críticos)

- temperatura promedio: -20 grados centígrados.
- Velocidad promedio de vientos: 100 km/h.
- Velocidad máxima 250 km/h.

Otros aspectos relevantes a destacar:

El edificio se encontrará próxima a otro edificio, el Parque Automotor (493 m²). La elección de esta disposición se fundamenta en el aprovechamiento energético para la calefacción de dichos edificios. Además de la generación de EE (FV y eólica) de la “PTER autosustentable”, se proyecta que se emplee como abastecimiento energético de respaldo, la Usina Principal, ubicada a 37 m al oeste de la Casa Principal.

4.8.3.6 Sitios de eliminación de los efluentes

Los efluentes serán eliminados en la costa sur del Cabo Welchness en un sitio que cumpla con los requisitos establecidos por el Anexo II del Protocolo:

El punto de descarga de los efluentes se seleccionó en base a dos factores, el primero fue el de asegurar la rápida dispersión del efluente en las aguas antárticas, que en este caso sería realizando la descarga sobre el Estrecho Antártico.

La segunda medida se dirigió a minimizar la pérdida de temperatura del efluente en su traslado por la cañería hasta el punto de descarga, por tal motivo se eligió la distancia mínima entre la planta de tratamiento y el punto de descarga (Ver Anexo 7- Aguas).

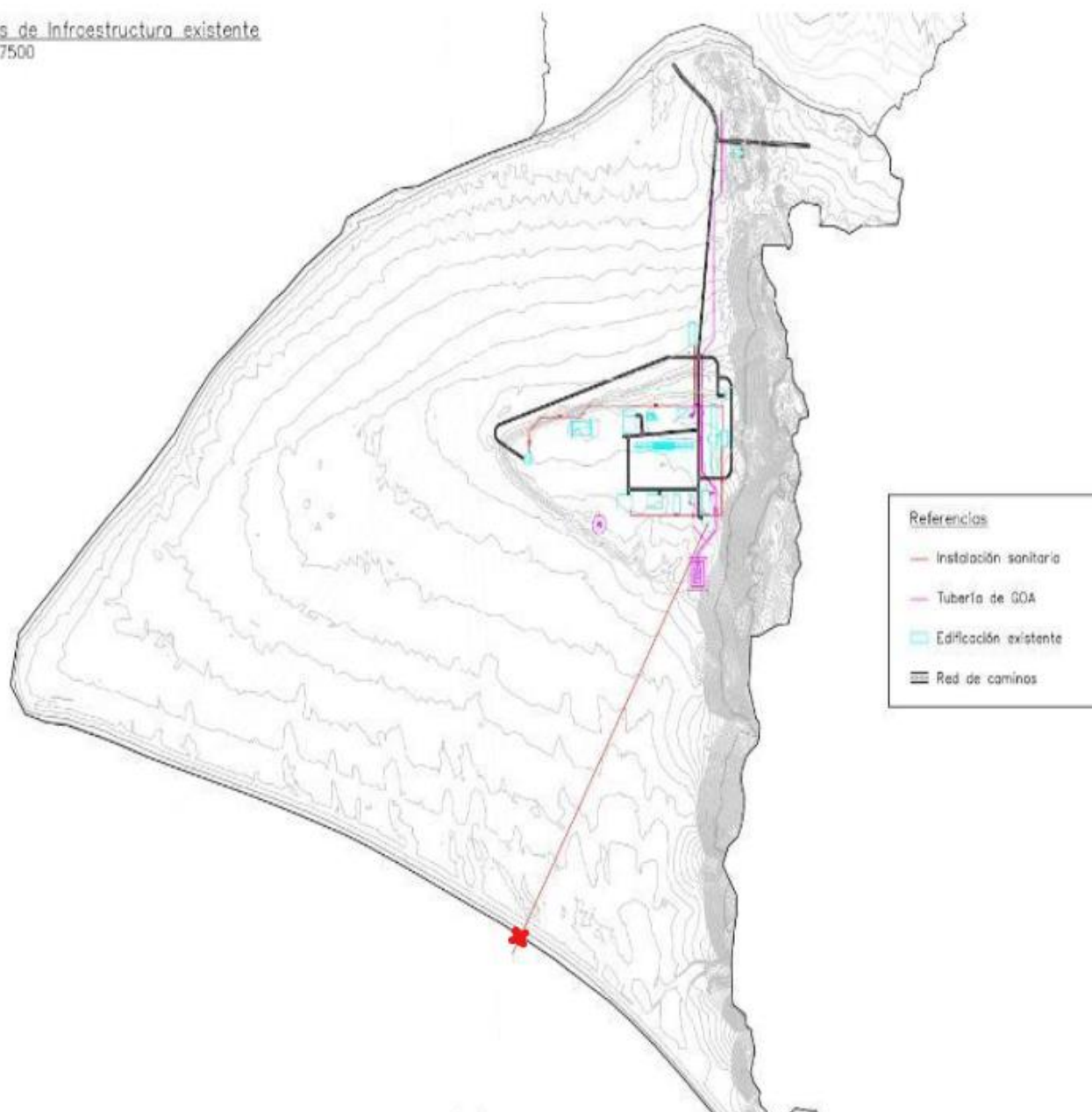


Figura 86: Red de instalación sanitaria (línea roja), red de combustibles (línea rosa) y sitio de eliminación de efluentes (cruz roja).

4.8.4 Gestión de residuos

La Gestión de los Residuos en Antártida en la actualidad tiene dos problemáticas que resolver, por un lado, evitar que el volumen de residuos generados sea cada día mayor, por otro, la dificultad y costo de la logística de la evacuación de los residuos desde las Bases Antárticas es muy significativo, por lo tanto, si no se actúa de forma responsable, la degradación del medio ambiente puede llegar a ser irreversible debido a la presencia permanente de residuos en las zonas cercanas a las Bases. La clasificación en las bases de los residuos es fundamental, pero el mejor residuo es el que no se produce.

Para el manejo de desechos para la separación, la reducción, la recolección, el almacenamiento y la eliminación de desechos se cumplirá con lo estipulado por el “Plan de Gestión de Residuos del Programa Antártico Argentino”, diseñado por la Dirección Nacional del Antártico, el cual se vale de lo establecido por el Anexo III del Protocolo de Madrid, la Disposición 87/2000 de la Dirección Nacional del Antártico y la Ley Nacional Nº 24.051 de Residuos Peligrosos.

Dado que el ámbito de aplicación del Protocolo de Madrid es la zona del Tratado Antártico, es decir, al sur de los 60° de latitud sur, el tratamiento de residuos una vez arribados a puertos continentales se rige por la normativa nacional o provincial para residuos sólidos o líquidos, sean estos peligrosos o no mencionada anteriormente

La responsabilidad de los manejos de los desechos es del Jefe de Base, quien designa a un Encargado Ambiental a los efectos que se encargue de desarrollar las tareas de archivo y de elaborar los registros e informes de supervisión ambiental de la Base. Se cuenta con los registros archivados en la Carpeta del Encargado Ambiental. De acuerdo con lo establecido en el punto 2 del “Manual de Funciones del Encargado Ambiental de Bases Antárticas”.

El tratamiento de los residuos dentro de la Base Antártica Petrel se ajustará a lo establecido en la Legislación vigente para la Antártida. Estas normativas aplicadas a las actividades de la Base son supervisadas por la presencia activa del Encargado Ambiental, quien desarrolla las tareas propias, según lo determinado en el Manual de Funcionamiento del Encargado Ambiental. Este será el responsable de elaborar los informes correspondientes para el registro, elevación, evacuación y supervisión.

El objetivo del presente Plan de Gestión es establecer las pautas y procedimientos que deben implementarse en el manejo de los residuos en la Base Petrel para garantizar el cumplimiento de cada uno de los principios emanados de los Anexos III y IV del Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente (Protocolo de Madrid) y de la legislación nacional vigente y además lograr la disminución de la cantidad de residuos generados y de los residuos evacuados para su disposición final.

El objetivo general es minimizar el impacto que los desechos de las actividades humanas puedan generar en el medio ambiente antártico mediante la reducción, reutilización y reciclado de los residuos a los fines de cumplimentar los principios de los Anexos III y IV del Protocolo de Madrid. Las metas específicas previstas como resultado de la implementación de este plan se presentan de acuerdo con las diferentes etapas identificadas en la gestión de residuos antárticos, tal como se señala en la siguiente tabla:

Tabla 24 Etapas de la gestión de residuos antárticos.

Etapa	Metas
-------	-------

Planificación	<ul style="list-style-type: none"> • Organizar la actividad de modo de elegir la opción que garantice la menor producción de residuos posible. • Garantizar la suficiente provisión de elementos y la infraestructura edilicia y/o de medios de transporte necesarios para el manejo de los residuos en Bases, campamentos y buques. • Verificar que no se ingresen productos prohibidos al continente antártico.
Clasificación	<ul style="list-style-type: none"> • Facilitar la gestión de residuos en las tareas posteriores.
	<ul style="list-style-type: none"> • Potenciar las posibilidades de reciclado
Tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Minimizar volúmenes a disponer y/o trasladar. • Asegurar óptimas condiciones sanitarias y ambientales.
Almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Facilitar tareas de evacuación de residuos. • Asegurar óptimas condiciones sanitarias y ambientales. Reducir la posible dispersión de residuos.
Evacuación/ traslado	<ul style="list-style-type: none"> • Minimizar la contaminación ambiental del continente antártico.
Supervisión	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar la correcta implementación del Plan de Gestión de residuos. • Incorporar modificaciones al plan de Gestión, que surjan de la experiencia en el uso de este Plan.
Difusión de Información	<ul style="list-style-type: none"> • Garantizar la correcta implementación de este Plan.

4.8.4.1 Gestión de Residuos (durante la desmantelación, construcción y operación)

El plan de gestión de residuos de la base se presenta en el Anexo 6- Residuos.

4.8.4.2 Diagrama de Gestión

De acuerdo a lo mencionado en los ítems anteriores la gestión de los residuos en la Base Petrel será la siguiente:

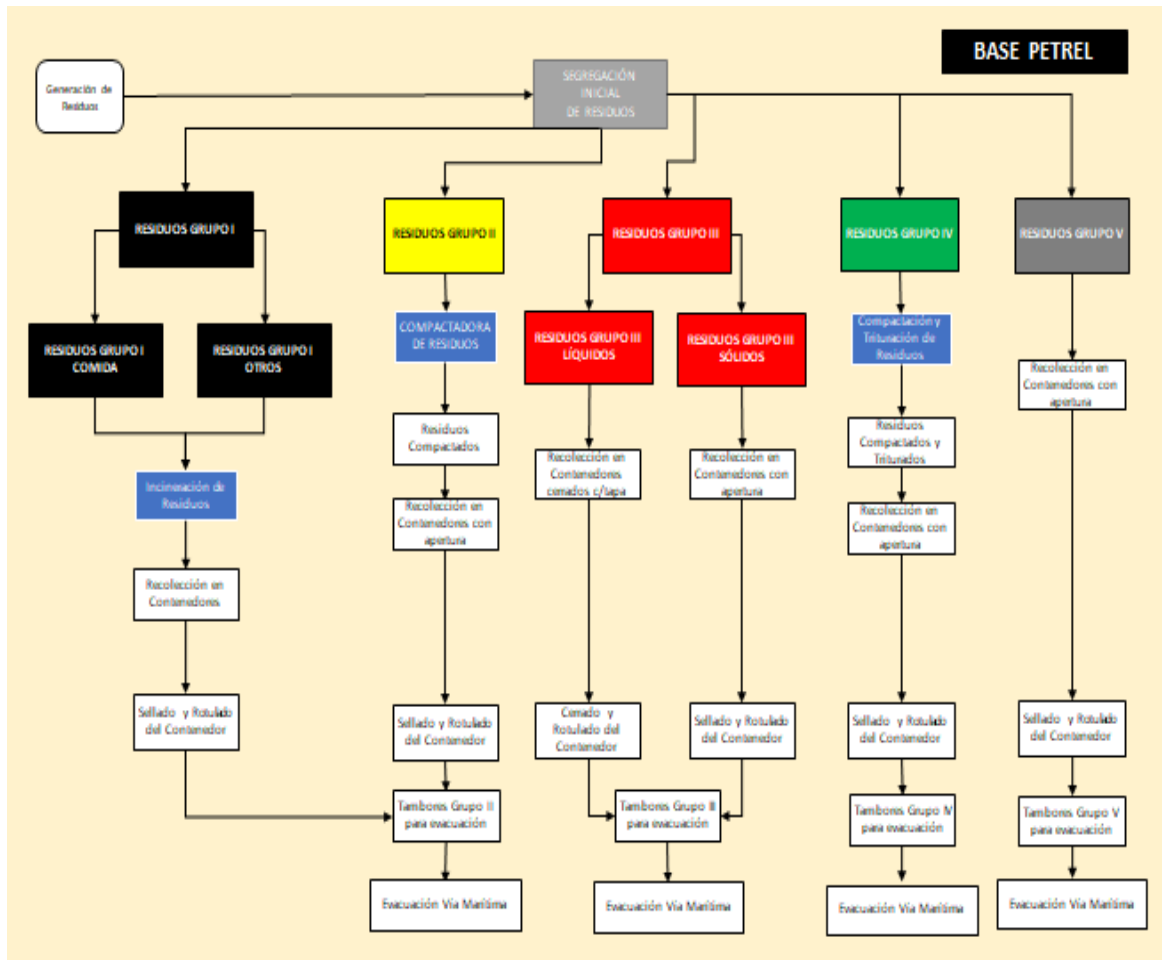


Figura 87: Diagrama de gestión de los residuos en Base Petrel.

4.8.4.3 Actividades y Cantidades de residuos generados

Generación de residuos proyectada

Las estimaciones de los residuos que se prevé generar en cada una de las etapas del desarrollo de la base Petrel, son:

Tabla 25. Estimación de residuos por etapas.

Residuos a generar por etapa de desarrollo de la base Petrel				
Etapas	M2 total	Kg Total	tambores	CLIII
Etapa 2	45,90	3060,00	229,50	0,00
Etapa 3	37,63	2508,43	188,13	2,30
Etapa 4	22,85	1523,57	114,27	3,75
Etapa 5	84,37	5624,36	421,83	0,00
total	190,75	12716,36	953,73	6,05

Aguas residuales

En referencia a las aguas residuales producidas, los volúmenes estimados se plantean en máximos de 15m³/día de aguas negras con la base a plena capacidad, y 15m³ cada 4 días en épocas de baja dotación. (ver Anexo 7- Aguas)

En este punto vemos que es importante establecer los sitios de generación de residuos peligrosos que son los que implican un mayor riesgo en su gestión. Los Residuos Peligrosos que se generan en ámbito de las Bases Antárticas provienen de las siguientes actividades:

Uso, Mantenimiento y Construcción de Edificios

- Trabajos de mantenimiento con pinturas y adhesivos. Residuos: Y12 (Restos de pinturas) /Y48Y12 (Trapos y pinceles con pinturas) /Y48Y13 (Trapos y pinceles con adhesivos y lacas)
- Cambios de Luminarias. Residuos: Y29 (Tubos fluorescentes).
- Trabajos de sellado con membranas asfálticas. Residuos: Y48Y11 (Restos de membrana).
- Mantenimiento y reparación de máquinas y equipos: Y48Y8 (Filtros y trapos con aceite) /Y9 (Combustible con agua) /Y48Y9 (Trapos contaminados con combustible).
- Preparación de Tambores como Contenedores. Residuos: Y9/Y48Y9 (Trapos y diatomea impregnados en combustibles).
- Descarte de pilas de equipos electrónicos. Residuos: Y26/Y29.

Atención médica y odontológica del personal.

- Atención médica de pacientes. Residuos: Y1 (Gasas, jeringas, etc).
- Productos farmacéuticos vencidos. Residuos: Y2.

Mantenimiento de Comunicaciones e Informática.

- Recambio de pilas de los equipos. Residuos: Y26/Y29.

Generación de Energía por la Usina

- Mantenimiento y Control de los Generadores. Residuos: Y48Y8 (Filtros y trapos con aceite) /Y9 (Combustible con agua) / Y48Y9 (Trapos contaminados con combustible).
- Pérdidas o derrames de Combustible. Residuos: Y48Y9 (Trapos y diatomea impregnados en combustibles).
- Recambio de Líquidos Refrigerantes. Envases contaminados. Residuos: Y48Y42

- Recambio de Baterías de Generadores: Residuos: Y31Y34

Generación de Energía para Calefacción

- Mantenimiento y Control de los Equipos de Calefacción. Residuos: Y8 (Aceite usado) / Y48Y8 (Filtros y trapos con aceite) / Y48Y9 (Trapos y diatomea impregnados en combustibles).
- Pérdidas o derrames de Combustible. Residuos: Y48Y9.

Manejo de Combustibles y Lubricantes

- Mantenimiento de las Cisternas de GOA/JP1. Residuos: Y48Y9Y12/Y48Y12.
- Pérdidas o derrames en Abastecimiento de GOA/JP1. Residuos: Y48Y9 (Trapos, tierra y diatomea contaminados).
- Pérdidas o derrames de GOA en Cisternas o Tambores. Residuos: Y48Y9 (Trapos, tierra y diatomea contaminados).
- Pérdidas o derrames de JP1 en el abastecimiento a Aeronaves. Residuos: Y48Y9 (Trapos, tierra y diatomea contaminados).
- Combustible contaminado con agua. Residuos: Y9.

No se tiene un registro sistematizado de la generación de residuos en la base por cuanto la misma se ha activado como base permanente hace poco tiempo. No obstante, en la presente campaña se prevé cantidad de residuos:

Residuos Generados durante la remoción de los edificios actuales

Durante las tareas de remoción de los edificios actuales se estima evacuar las siguientes cantidades de residuos:

Tabla 26. Residuos Generados durante la remoción de los edificios actuales

Edificio		Grupo								
		I			II			IV		
		Kg	M 3	Materiales	Kg	M 3	Materiales	Kg	M 3	Materiales
Casa Principal	Alojamiento	200	2	Madera - Chapadur	30	2	telgopor Cables	400	4	chapa concreto escombro
	estar, sala de juego y radio	220	2	madera	30	2	telgopor cables	400	4	Chapa escombro

	Baño entrepiso Hall	250	2	madera chapadur	30	2	telgopor Cables	200	6	hormigón mampostería
	comedor	200	2	Madera chapadur	30	1	telgopor cables	100	2	hormigón
	cocina y depósito	400	4	madera chapadur	30	2	telgopor Cables	200	4	Hormigón acero loza caños
	Casa emergencia	200	2	madera chapadur	100	2	telgopor cables cobre	3000	8	caños hormigón chapa mosaico
	Galpón I							5000	8	perfiles chapas hormigón
	Galpón II	1000	4	madera				8000	6	Perfiles vigas chapas
	Ex usina	400	2	madera	20	1	cableado	5000	6	hormigón acero vigas
	cámara frigorífica	300	2	madera	100	4	paneles	3000	7	vigas chapas hormigón
	Usina	1000	5	madera chapadur	30	1	cables telgopor	3000	8	chapas vigas hormigón
	Dep Portuario	400	4	madera chapadur				100	2	chapa hormigón

4.8.4.4 Almacenamiento Transitorio en las dependencias

En cada dependencia de la Base se dispondrá de los sitios para el almacenamiento transitorio de los residuos generados en esos sitios. Para la correcta gestión de los residuos, cada dependencia de la Base deberá contar con:

- Recipientes suficientes para almacenar en forma adecuada los distintos grupos de residuos generados. (Bolsas, Tambores vacíos, cajones, recipientes herméticos, etc.).
- Procedimientos y elementos para garantizar que los recipientes en los que se almacenan los residuos estén perfectamente cerrados para evitar pérdidas y emanaciones durante su traslado. Este punto es de particular importancia para el caso de los residuos peligrosos.

Para el caso de los residuos peligrosos (Grupo III), es recomendable contar con una dependencia separada, con piso impermeable, adecuada ventilación, sin calefacción ni energía eléctrica para evitar accidentes. También debe contar con un sistema de lucha contra incendios con la correspondiente señalización e instrucción de uso y con un kit de contingencia ante derrames en caso de accidentes con residuos peligrosos líquidos. Esta dependencia debe estar bajo condiciones estrictas de seguridad de acuerdo a la peligrosidad de cada residuo

4.8.4.5 Depósito de almacenamiento transitorio de la Base

La Base debe contar con un local de superficie suficiente como para almacenar y manipular los recipientes hasta su evacuación. Esto implica la construcción o adecuación de un local cerrado y con piso impermeable. En aquellas bases que no cuentan con instalaciones específicas para almacenamiento de residuos, los residuos deberán almacenarse en carpas o estructuras metálicas tipo contenedor, para el reparo del viento y de los animales.

En caso de no contar con instalaciones específicas para almacenamiento, los mismos deberán almacenarse en un “sector” (seleccionado y determinado) para que estos residuos permanezcan hasta su evacuación. En ello se tendrá que colocar pallets de madera, como aislante para que los tambores o recipientes eviten que los mismos sean adheridos al suelo, con esto evitaremos la ruptura al momento de tener que evacuarlos.

En el siguiente esquema se observa los sitios futuros de acumulación transitoria de residuos en la Base:

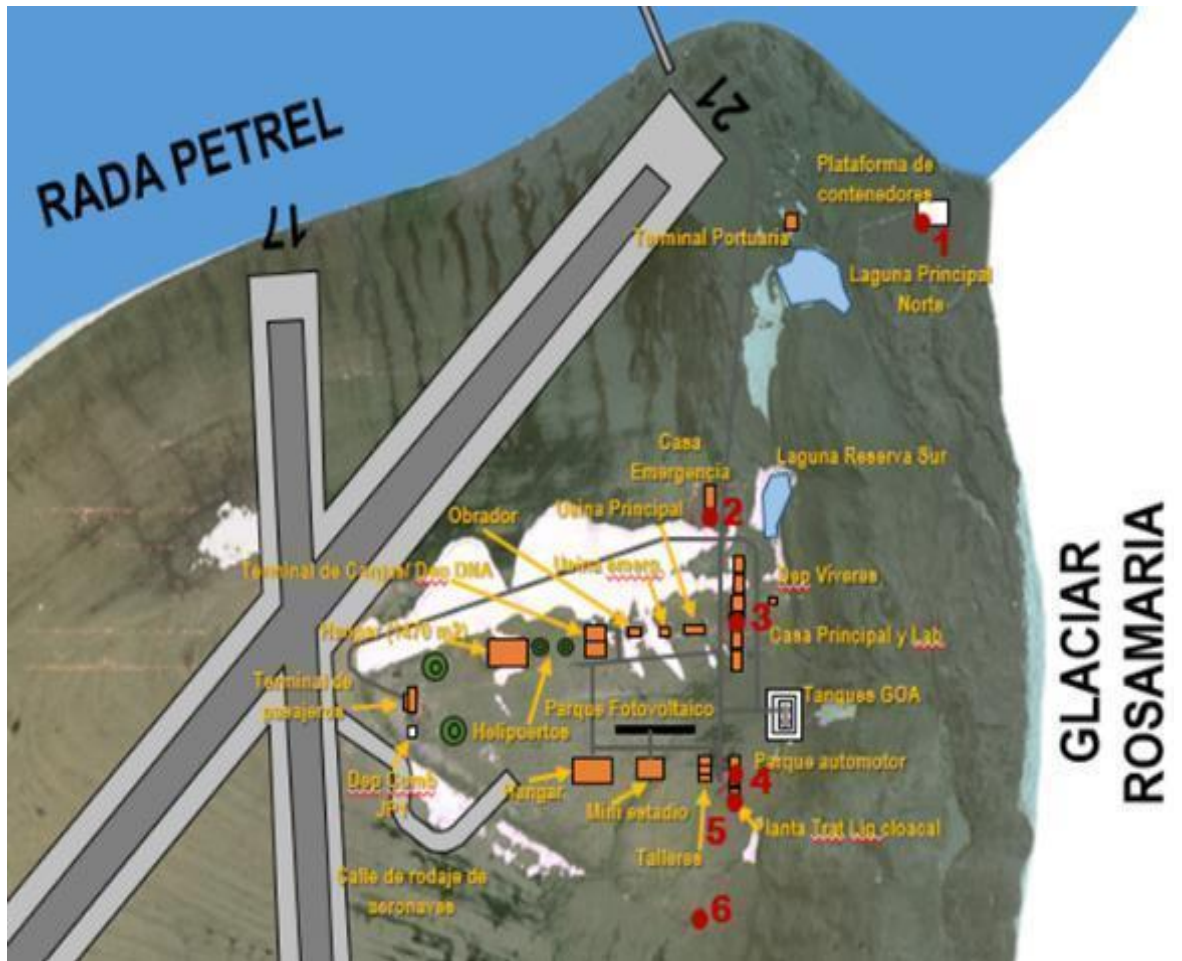


Figura 88: sitios para el almacenamiento transitorio de los residuos generados en la Base. 1 Zona de almacenamiento de residuos grupos II y IV. 4 Zona de almacenamiento de residuos grupo III

4.8.4.6 Logística para evacuación de residuos

Cada año se lleva adelante una licitación para contratar empresas transportistas y operadoras de residuos peligrosos y no peligrosos de manera de asegurar la evacuación de los residuos existentes en las bases antárticas argentinas. De esta manera se puede contar con los servicios de disposición final al arribar a puerto.

La evacuación una vez al año, durante la Campaña Antártica de Verano. Una vez que los residuos son retirados y finaliza la campaña, el personal que permanece durante el resto del año en alguna de las seis bases permanentes reinicia el ciclo de la gestión de los residuos. Este ciclo consta de la clasificación, el almacenamiento, el rotulado y el registro de los que se generan, de manera que, a pesar de las difíciles circunstancias invernales, los residuos permanezcan en buenas condiciones hasta el verano siguiente y puedan ser retirados.

Los residuos recolectados en la Base son evacuados hacia la Ciudad de Ushuaia para su disposición final. El transporte es realizado por los buques que participan de la Campaña Antártica (Rompehielos Almirante Irizar, Avisos, etc.). En esta ciudad distintos operadores reciben los diferentes grupos de residuos (no peligrosos y peligrosos) para mediante los

tratamientos autorizados se eliminen los residuos. Todo el proceso es controlado por los organismos de aplicación de la gestión de residuos en Argentina.

4.8.5 Plan de Contingencia para Hidrocarburos (ver Anexo 5).

El Manual de Combustible COMNAP- V1.o (01-abril-2008) constituye el pilar del plan de contingencias en materia de hidrocarburos. En la actualidad el almacenamiento de combustible se hace en tambores de 200 lts. Personal especializado es el encargado de abastecer con bombas manuales a los vehículos y a los generadores desde los tambores de 200 litros. Se prevé la construcción de un parque de combustible, con tanques verticales.

4.8.6 Sistemas de Prevención y Combate de Incendios

Las diferentes dependencias de la Base tendrán sus sistemas de prevención y combate de incendios:

Instalaciones Contra Incendio

Las cañerías de la instalación contra incendio serán ranuradas con uniones tipo "Victaulic". La cañería principal que sale de la sala de bombas será de 4" de diámetro que recorrerá todo el edificio para luego dirigirse a un cuadro donde se reduce a 2 ½". Para la conexión con las bocas de incendio equipadas se deberá reducir el diámetro de la cañería principal a 1 ½" para conectarlo a la manguera. La cañería secundaria que alimentará a la red de aspersores sprinkler será de 2" de diámetro.

Tanto las cañerías como los accesorios deberán ser de hierro negro según ASTM. Los tramos de cañerías a la vista deben ser pintados con dos manos de convertidor de óxido y dos manos de pintura esmalte para su mayor durabilidad. En ninguna cañería se permitirán curvaturas de fragua, debiendo emplearse accesorios para todos los cambios de dirección. En zonas donde la temperatura sea baja y exista la posibilidad que el agua se congele se deberá colocar cintas térmicas con el fin de mantener el agua en estado líquido.

Los soportes deberán cumplir con lo especificado en el Capítulo 9, Suspensión, Arrostramientos y Sujeción de la Cañerías del sistema de la NFPA 13. Toda la cañería deberá ejecutarse a la vista, alineada y suspendida desde estructuras firmes, utilizando dispositivos colgantes aprobados y normalizados. Estas sujeciones deberán distribuirse de manera tal, que evite la cercanía con otras cañerías, soportes colgantes, ventanas, conductos, artefactos eléctricos, equipos, sistema de suspensión de cielorraso y otras obstrucciones. No se suspenderán cañerías en techos suspendidos.

Las válvulas para bocas de impulsión deberán ser de bronce fundido de pared con salida a 45º y tuerca giratoria con rosca incendio de 1 ½". Las válvulas de retención, mariposa y de esclusa, deberán ser con cuerpo de acero al carbono y asientos de bronce, con uniones bridadas, debiendo responder dichas bridas con su contrabrida.

La bomba de agua deberá cumplir con NFPA 20 Instalación de bombas estacionarias de protección contra incendios. Se deberá contar con el tablero eléctrico, accesorios, comando y controles específicos para el correcto funcionamiento de la bomba de acuerdo a la normativa.

La sala de bombas deberá contar con una bomba que mantiene el sistema presurizado (Jockey) y dos bombas principales que se activan cuando la demanda de agua lo requiera. La capacidad, presión mínima y potencia de la bomba serán de acuerdo al dimensionamiento de la instalación en su punto más alejado. Es conveniente que la bomba de reserva sea Diésel para asegurar su funcionamiento de manera autónoma en caso de no contar con electricidad en el momento del incendio. Se instalará una cisterna o reserva de agua que deberá abastecer al sistema durante el tiempo que la norma establezca con un volumen mínimo de 25m³.

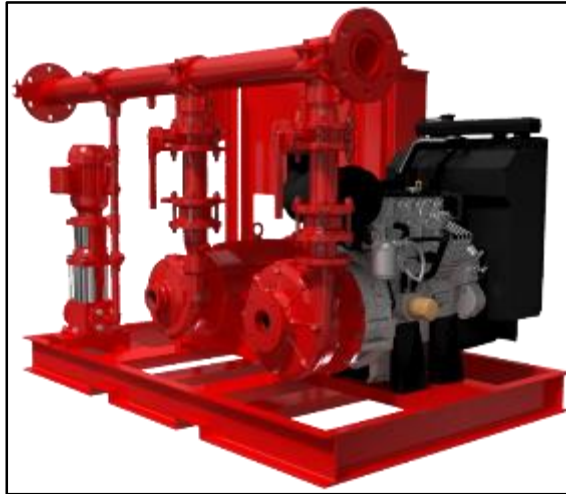


Figura 89: bomba propulsora

Las puertas de emergencia y separaciones de los módulos deberán ser cortafuegos. Es importante que las puertas y los herrajes se mantengan en buenas condiciones, incluyendo las juntas intumescentes, cierrapuertas, bisagras, pestillos y mirillas de vidrio. Dichas puertas contra incendio deberán ser como mínimo clasificadas como F60, o que soporten 60 minutos en contacto con el fuego.

Para un correcto plan de evacuación se deberán señalar las salidas de emergencia de forma tal que quede claro para todo el personal cual es la ruta de escape. En lugares donde la señal deba ser visible a distancia o en recintos con alta densidad de personal, se deberá instalar señalizadores con su propia fuente de luz. A su vez se deberá iluminar la zona central de la ruta de escape con un nivel mínimo de 1 lux.

Cuando cañerías, bandejas porta cables y conductos atraviesen muros que cumplan o constituyan una barrera cortafuego deberán realizarse los sellados correspondientes para impedir el paso del fuego, con productos adecuados a ese fin, de acuerdo a las normas vigentes.

Los cerramientos internos serán de material retardante al fuego con el fin de retardar el avance del fuego, para eso los paneles sándwich PIR PUR son los indicados ya que presentan un excelente comportamiento al fuego y son capaces de resistir la llama directa, al ser un producto poco combustible implica que la inflamación generalizada de acuerdo con el ensayo sea superior a 20 minutos.

La estación central de control y alarma deberá ser del tipo “Notifier” o “Simplex” y tendrán como misión controlar el funcionamiento de la instalación, dar la alarma en caso de incendio y permitir realizar pruebas periódicas de funcionamiento. Deberá estar ubicada en sala o sector de guardias en donde permanezcan personas las 24 horas. A su vez se instalarán teléfonos rojos en cada uno de los pasillos para la activación de cualquier emergencia que ocurra en los módulos, dicha emergencia será recepcionada en la sala o sector de guardia.

Se deberán instalar detectores de humo y gases de combustión no necesariamente visibles, y detectores de temperatura en donde no es apropiado instalar detectores de humo, como por ejemplo zonas de servicio como la cocina, sala de fumadores o garaje, en donde puede haber humo no procedente de un incendio.

Todos los detectores, pulsadores manuales y teléfonos rojos instalados, deberán estar conectados a la central de incendios y codificados por zonas, lo que permitirá una rápida identificación del sector donde se produjo la alarma.

Sistema de detección y supresión de fuego

Consistirá en un conjunto de subsistemas superpuestos que proporcionarán la capacidad de la detección y supresión del fuego en oportunidad, cuando éste se manifieste. A continuación, se enumeran y se detallan los ítems necesarios para el funcionamiento del sistema global la instalación de los mismos, tales como equipos, cañerías, soportes, anclajes, caños camisa, aislaciones y todo otro detalle que sea requerido para la realización de sistemas íntegros y operacionales.

- Instalaciones Contra Incendio:
- Bocas de Incendio (hidrantes)
- Extintores
- Rociadores automáticos (Sprinklers)
- Sistema de Gas Inerte
- Sistema de detección de humo por aspiración DHA

Todos los artefactos y accesorios necesarios para la instalación, el anclaje y soporte de las cañerías y los equipos, serán ubicados e instalados en la medida que progresa el trabajo y de acuerdo al plan de avance, de manera de permitir la terminación de cada fase en la secuencia correcta. Así mismo todos los recorridos, detalles, codos y accesorios necesarios para coordinar, salvar o eludir cruces con otras instalaciones o estructuras.

Instalación de bocas de incendio

Cañerías y Accesorios

Para el sistema de bocas de incendio: Tanto las cañerías, accesorios para soldar y accesorios para junta ranurada serán de hierro negro según ASTM. Los tramos de cañerías a la vista deben ser pintados con dos manos de convertidor de óxido y dos manos de pintura esmalte para su mayor durabilidad. En ninguna cañería se permitirán curvaturas de fragua, debiendo emplearse accesorios para todos los cambios de dirección.

Uniones

Soldadas: Tanto las cañerías como los accesorios tendrán extremos chaflanados para soldar de acuerdo a lo especificado en la norma.

Soportes

Los soportes deberán cumplir con lo especificado en el Capítulo 9, Suspensión, Arriostramientos y Sujeción de la Cañerías del sistema de la NFPA 13. Toda la cañería estará suspendida con verdadera alineación, utilizando dispositivos colgantes sustanciales y adecuados. Soportes colgantes de alambre o flejes no estarán permitidos. Los soportes colgantes estarán ubicados de manera que la cañería y los soportes estén separados de otras cañerías, soportes colgantes, conductos, artefactos eléctricos, equipos, sistema de suspensión de cielorraso y otras obstrucciones. No se suspenderán cañerías de techos suspendidos.

Pruebas

Las pruebas a realizar deberán cumplir con lo especificado en el Capítulo 11 Aceptación del Sistema de la NFPA 14. Las cañerías de incendio se mantendrán cargadas a la presión natural de trabajo durante 3 días continuos como mínimo antes de taparlas y a una presión de 13,8 kg/cm² durante 2 horas, verificando que dicha presión no varíe en este lapso y que no se hayan producido pérdidas en el recorrido de las cañerías.

Las válvulas, bocas de incendio y cualquier otro equipo que sea parte de las instalaciones serán calibradas previo a la prueba de funcionamiento. Las pruebas de funcionamiento se realizarán comprobando arranque y parada manual o automática, presiones, caudales, etc.

Una vez realizadas las pruebas parciales de todos los componentes de las instalaciones, y que estén aprobadas, se procede a la ejecución de una prueba general de funcionamiento. La instalación se pondrá en funcionamiento en pleno, comprobándose el funcionamiento individual de todos los elementos constitutivos de la misma. Todos los equipos y las cañerías instaladas serán ensayados y encontrados estancos. Todas las juntas con pérdidas serán ajustadas o re ejecutadas y vueltas a probar hasta ser encontradas estancas. Estos ensayos deberán cumplimentar los protocolos de la NFPA 13.

Válvulas

Para bocas de impulsión: Toma de impulsión de bronce fundido de pared con salida a 45° con tuerca giratoria rosca incendio de 2 ½".

De retención: Serán con cuerpo de acero al carbono y asientos de bronce, con uniones bridadas, debiendo responder dichas bridas con su contrabrida.

Mariposa: Serán con cuerpo de acero al carbono, asiento de goma y mariposa de acero inoxidable, con uniones bridadas, debiendo responder dichas bridas con su contra brida

Esclusa: Serán con cuerpo de acero al carbono y asiento de bronce, con uniones bridadas, debiendo responder dichas bridas con su contra brida.

Bocas de incendio

Tendrán las siguientes elementos y características:

Llaves de incendio

Interiores: simples, del tipo teatro con salida a 45°. Serán de 2" de diámetro de entrada y 1 ¾" de diámetro de salida.

Volante: De aleación de aluminio inyectada con protección epoxi color negro

Vástago: De latón trefilado

Bonete, disco de cierre y tuerca: De latón forjado-

Cuerpo: De bronce para válvulas fundido terminación esmalte sintético color rojo incendio.

Junta de cierre y junta tórica: Estarán situadas a 1,20m sobre el nivel del piso.

Exteriores: dobles, del tipo teatro con salida a 45°. Serán de 2 ½" de diámetro de entrada y 2 ½" de diámetro de salida.

Mangas: serán de fibra sintética sin costuras ni uniones en el exterior y de elastómero de poliéster en el interior. Serán de 20 mts de longitud las ubicadas en interiores y de 30 mts de longitud las ubicadas en exteriores. Presión de trabajo: 15kg/cm² y presión de rotura 45 kg/cm². Serán armadas con uniones de bronce ajustadas a mandril y su diámetro será de 1 ¾" y 2 ½".

- Lanzas de expulsión: Las citadas mangas tendrán siempre armada una lanza de expulsión con su correspondiente boquilla de 15mm de diámetro interior en la descargar tipo chorro-niebla.
- Gabinetes: Las llaves de incendio se instalarán en gabinetes metálicos de 0,60 x 0,60 x 0,20 metros, con frente de vidrio y filetes de acero inoxidable. Estarán construidas en chapa DD Calibre 20 mínimo (espesor 9mm) con tratamiento de pre-pintado, decapado y fosfatizado por spray automático. Estarán pintados con pintura en polvo termo-convertible, poseerá matizados en ambos laterales para el posicionado de la válvula dentro del gabinete. El soporte media luna para contener la manguera será de apertura rápida. Llevarán cerradura tipo "manchon". Tener en cuenta que toda boca de incendio que supere los 7 kg/cm² de presión llevará un dispositivo regulador de presión de bronce regulable. En el lugar que corresponda se montará la boca de impulsión en forma vertical a 1,20 mts del nivel de piso terminado. La boca de impulsión se ubicará en el interior de una cámara de albañilería de 0,40 x 0,60 mts con marco y tapa metálica de chapa decapada 1020 pintada de rojo bermellón y cerradura inoxidable de fácil apertura, estampándose sobre ella la palabra "BOMBEROS" en letras de 5cm de alto.

Instalación de extintores

Se deberá seleccionar los extintores a instalar de acuerdo a la norma IRAM 3523 de capacidad de acuerdo a cálculo, y según la clase de fuego de cada sector.

- Extintores manuales de acuerdo a norma IRAM 3509/3565 de CO₂ de capacidad de acuerdo a cálculo en salas de máquinas eléctricas.

- Extintores manuales presurizados de acuerdo a norma IRAM 3541 de espuma (AFFF) de capacidad de acuerdo a cálculo en lugares de posible derrame de combustible y en estacionamientos descubiertos.
- Extintores manuales de acuerdo a norma IRAM 3504 de HCFC 123 o HALOTRON-1 de capacidad de acuerdo a cálculo en locales con equipamiento electrónico y/o informático.

Deberán poseer Sello de Conformidad IRAM y certificado individual. Estos elementos se suspenderán en soportes empotrados, a una altura que oscila de 1,20 a 1,50 mts desde el solado hasta la base del extintor. Los extintores se colocarán sobre una chapa baliza identificatoria con el/los tipos/s de fuego para el/los que es apto de acuerdo a la norma IRAM 3517. Se colocará, como mínimo, uno cada 200 m² o fracción de cada planta.

Sistema de rociadores automáticos

Instalación de rociadores automáticos (Sprinklers). La instalación será dimensionada por “cálculo hidráulico” de acuerdo a lo solicitado en el capítulo 27 Planos y Cálculos de la NFPA 13. Los diferentes tipos de cabezas de sprinklers deberán ser suministrados por fabricantes de reconocida trayectoria de manera tal que los mismos no superen un área de cobertura de 37,10 m². Las cabezas de sprinklers deben ser emplazados de acuerdo a las recomendaciones específicas del fabricante y/o de acuerdo a regulaciones internacionales y locales. Las cabezas de sprinklers serán de bronce, con bulbo de vidrio y aprobados para el sistema húmedo, de los tipos pendent, upright o sidewall, de acuerdo a lo que se requiera, iguales en toda la obra. La cobertura de cada tipo de cabezas de sprinklers cumplirá con el espaciado de cabezales como se especifica en NFPA 13.

Estaciones de control y alarmas interiores electrónicas

Estará compuesto por un grupo de válvulas y un detector de flujo. Su misión es controlar el funcionamiento de la instalación, dar la alarma en caso de incendio y permitir realizar pruebas periódicas de funcionamiento. Consta de los siguientes elementos para todos los pisos:

- Válvula mariposa con Tamper Switch. La función de esta válvula es la de bloquear el flujo de agua hacia la instalación de rociadores del piso, por tal motivo es de vital importancia que la misma permanezca totalmente abierta en todo momento. Con el objeto de garantizar el cumplimiento de esta última condición, se deberá asegurar en forma efectiva la palanca de la válvula y así impedir que personas no autorizadas puedan accionar.
- Un detector de flujo montado sobre la cañería de distribución de cada piso, aguas debajo de la válvula mariposa, se encarga de dar aviso al sistema de detección que la red de rociadores de su piso se halla en etapa de extinción. Esto se logra gracias a que al actuar un rociador a causa de un incendio este comienza a liberar agua en forma instantánea lo que ocasiona, a través de la estación de control de piso, un desplazamiento de agua en el sentido de los rociadores. Es en esta última como

ya se sabe, dónde se halla el detector de flujo, el cual, al percibir el movimiento de agua, cierra sus contactos dando aviso al sistema de detección. Para prevenir falsas alarmas cada detector posee un dispositivo de retardo neumático ajustable entre 0 y 90 segundos (se graduará entre 35 y 45 segundos) antes de provocar el cierre de sus contactos.

- Un manómetro para lectura de presión ubicado agua arriba de la válvula mariposa permite conocer la presión disponible para el sistema de piso. Estará seccionado de la cañería mediante una válvula esférica.
- Una válvula esférica con viso tipo Sure Test de 1" de diámetro. Estará dispuesta en una salida de la estación. Esta válvula esférica descarga el caudal de agua de ensayo en un caño de 2" de diámetro el cual a su vez se conecta al caño general de drenaje, también de 2" de diámetro. La misión de la válvula en cuestión es la de producir un drenaje de agua equivalente al de un rociador y de este modo poder ensayar la operatividad del sistema de piso.

Bombas

La bomba cumplirá con NFPA 20 Instalación de bombas estacionarias de protección contra incendios. La provisión de este equipo comprende así mismo la provisión et alocaión de todos sus accesorios. El motor eléctrico será normalizado de primera calidad ciento por ciento blindado. Se deberán proveer el tablero eléctrico, comando y controles específicos para esta bomba de acuerdo a NFPA 20. El tablero de comando y control deberá cumplir con la NFPA 20 y tener sellos de certificación.

Sistema automático de extinción de incendio mediante gas inerte de alta presión

El criterio adoptado para el diseño de este sistema surge de la aplicación de la norma NFPA 2001 Sistemas de Extinción de Incendios con Agentes Limpios para sistemas de Gas Inerte por inundación total, requerimientos para fuegos en materiales sólidos.

El sistema denominado "Gas Inerte DE ALTA PRESION" consiste básicamente de una cantidad de heptafluoropropano almacenado y sobre-presurizado con nitrógeno extra seco a 25 kg/cm², 21°C (360 PSI 70°F). El almacenamiento se realizará en uno o varios contenedores o cilindros aptos para este fin. El llenado de los mismos se realizará de acuerdo a pautas preestablecidas de densidad del agente dentro del contenedor, correspondiendo un máximo de 1,121 kg/dm³ y un mínimo de 0,65 kg/dm³.

La cantidad de Gas Inerte necesaria para la extinción se obtiene del producto entre el volumen real y total del ambiente a inundar y el factor de inundación. El valor corresponde al volumétrico de Gas Inerte en aire, que para condiciones normales de presión y temperatura será del 7%.

Esta concentración debe ser alcanzada dentro del recinto del riesgo durante los 10 primeros segundos de producida la descarga del agente. Para tal fin se dispondrá de cañerías y toberas dimensionadas exclusivamente para este caso y según el trazado elegido.

Tanto el método de cálculo, como las ecuaciones utilizadas para el dimensionamiento del sistema, son totalmente específicos para las condiciones de flujo impuestas por el Gas Inerte, por lo tanto, los análisis comparativos no pueden ser realizados sino a través de la misma rutina.

La cantidad del Gas Inerte resultante de acuerdo a la concentración de diseño aplicado es considerada como la mínima necesaria para las características del riesgo. Esta cantidad puede ser aumentada cuando el riesgo envuelve condiciones especiales tales como aberturas no bloqueables durante la descarga, altitudes mayores a 100 mts sobre el nivel del mar, presiones y temperaturas distintas a las normales, etc.

Características técnicas de los materiales a proveer

Recipientes para almacenar el gas inerte

Válvula de descarga de gas inerte: constituida totalmente en bronce, con apertura por presión aptas para un elevado caudal de descarga. El cuerpo será conformado en dos partes, la inferior lleva la válvula de seguridad, boca de carga y dispositivo de cierre. El superior con pistos de apertura y boca de descarga.

Flexible de descarga.

Sistema de detección de humo por aspiración DHA. Se empleará un sistema de detección de humo por extracción que tienen un mayor rendimiento que los detectores de humo o temperaturas generales. Este sistema se lo empleará en la Usina Principal como una medida extra de control. El panel de control se encontrará en el cuarto de control de ese edificio.

Su principio de funcionamiento es una toma constante de muestreo de aire del ambiente, mediante tubos capilares con orificios calibrados, que recorren la zona protegida. Este muestreo es analizado por una cámara láser, que mide la cantidad de humo presente en el aire y por comparación, en base a umbrales previamente definidos, determina la existencia, o no de un incendio. Estos sistemas son de identificación de incendios por zona y pueden ser tomados como sistemas periféricos de la central inteligente, reportando a la misma su condición de alarma.

Están compuestos generalmente de una unidad de detección, así como de un sistema de conductos, el cual se halla conectado al detector. Para poder tomar muestras del aire, existe un ventilador, que origina la presión necesaria para que pueda llevarse a cabo dicha toma. Los sensores de estos sistemas tienen la capacidad de detectar en todo momento cualquier obstrucción que aparezca en los conductos o cualquier ruptura o deterioro que éstos pudieran sufrir.



Figura 90: esquema de sensores de detección.

Protecciones estructurales contra el fuego

Muros cortafuegos

Los muros cortafuegos son medidas de protección contra incendio en estructuras, impiden que ante un fuego de alta intensidad y durante un periodo de tiempo prolongado aproximadamente un máximo de 5 o 6 horas la estructura no se derrumbe. Deberán regirse por normativas vigentes que indiquen el grosor, la resistencia al fuego, separación entre los muros y otros aspectos esenciales que eviten la propagación de incendio en otras áreas y el colapso de la estructura.

Función

La función principal de los muros cortafuego es actuar como una barrera de protección. A su vez, evita la propagación del fuego en las estructuras y lo que hace es retrasarlo para que los organismos de seguridad y mediante otros sistemas contra incendio como rociadores o extintores se pueda combatir el incendio y tomar las medidas de evacuación del personal o personas que se encuentren dentro de la estructura.

Ventajas

Las ventajas que presenta este sistema son:

- Garantiza la seguridad de las construcciones ante incendios de alta intensidad.
- Sistema contra incendio eficaz y de fácil instalación.

- Los materiales de los muros cortafuego poseen una gran resistencia ante la transmisión del calor y exposición de las altas temperaturas hasta de 6 horas.
- Ejerce control sobre el fuego y evita que el fuego se traspase a otras estancias de la estructura.
- Los acabados de los muros cortafuego son de calidad, proporcionando seguridad en la integridad de las personas y la edificación.

Características del muro cortafuego

El muro cortafuego deberá cumplir con lo siguiente:

- Debe tener una resistencia mínima de fuego de F- 120 y su máximo es de F- 180.
- El material preferiblemente utilizado en los muros cortafuego debe ser el hormigón.
- Los espesores de estos sistemas de protección son de 15 cm a 30 cm como mínimo, esto varía de acuerdo al tipo de estructura y los lineamientos que deben seguirse.
- Debe tener 2 puertas cortafuego como elemento de protección en la estructura.
- La resistencia mínima de aquellos muros cortafuego que posean una resistencia de F-120 debe ser de 120 minutos y de F- 180 de 180 minutos aproximadamente.

Puertas cortafuegos

Las puertas cortafuegos se diseñan específicamente para impedir durante un tiempo mínimo determinado la propagación del fuego y de sus productos a través de los elementos constructivos en los que están integradas. Se pueden suministrar a la obra completamente montadas, o desmontadas, con algunos componentes por separado (marco, hoja, cierrapuertas, etc.). En este segundo caso son montadas in situ, para formar la puerta completa. Todos los componentes deben haber sido ensayados al fuego juntos, o evaluados como capaces de trabajar juntos.

Las puertas cortafuegos no son eficaces a menos que estén cerradas en el momento del incendio, por lo que se requieren dispositivos de auto cierre fiables que aseguren que las puertas se cierren cada vez que se abren. Es importante que las puertas y los herrajes se mantengan en buenas condiciones, incluyendo las juntas intumescentes, cierrapuertas, bisagras, pestillos y mirillas de vidrio resistentes al fuego. Cada producto deberá contar con un informe de clasificación tras haber sido ensayado según la forma apropiada.

Materiales Ignífugos

Los materiales ignífugos son aquellos que ofrecen resistencia al fuego y por lo tanto evitan su propagación en caso de incendio facilitando su extinción. Existen materiales ignífugos para techos, suelos y paredes, algunos ejemplos son:

- Espumas aislantes para paredes y suelos. Están hechas de poliuretano y existen dos tipos: las auto extingüibles y las ignífugas. Las primeras arden al entrar en

contacto con el fuego, no obstante, se van apagando poco a poco y no se propaga la llama. Las segundas, en cambio, no llegan a arder en ningún momento. Las espumas aislantes se utilizan para marcos de ventanas y puertas, sirven como relleno de elementos constructivos. También se utilizan en paredes y techos, ya que son aislantes. Una de las ventajas más destacables de estas espumas es que ayudan a que el consumo de energía sea menor gracias a su aislamiento.

- Placas de fibrosilicato y cartón yeso. Estos materiales de construcción son protectores de estructuras (vigas, techos, madera, etc). Las placas de fibrosilicato y cartón yeso están compuestas por un yeso especial y una fibra de vidrio, lo que las convierte en ignífugas. Posteriormente, estas placas pueden ser pintadas sin que altere su incombustibilidad.
- La pintura intumescente se dilata y se hincha al estar expuestas al calor del fuego creando una barrera aislante con burbujas de gas que retrasan la propagación del fuego.
- Placas de lana de roca. La lana de roca proviene de la roca volcánica y tiene una estructura fibrosa multidireccional que facilita la instalación de aire entre las fibras. Estas placas son resistentes al fuego y proporcionan, también, aislamiento térmico.

Tabla 27 Sistemas de seguridad contra incendios de cada instalación de la base petrol

EDIFICIO	BOCAS DE INCENDIO	EXTINTORES	SIST ROCIADORES	ASIST AUTOM DE EXTINCIÓN	SIST DETECCIÓN DE HUMO
Casa Principal/ Lab	X	X	X	X	
Casa de emergencia	X	X	X	X	
Usina Principal	X	X	X	X	X
Usina de emergencia	X	X	X	X	
Galpón de suministros					
Terminal de cargas			X	X	
Hangar	X	X			
Terminal de pasajeros	X	X	X	X	
Hangar Helicópteros	X	X			
Alojamiento de Emergencia / Gimnasio			X	X	
Talleres			X	X	

Parque automotor	X	X			
Planta de Trat Liq cloacales	X	X			
Dep Viveres					

Sistema de Extinción en los Tanques Verticales

Para los tanques verticales (cisternas) se empleará un Sistema de protección con cámaras de espuma en superficie (ver 4.8.2).

5 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Antes de realizar las consideraciones sobre el ambiente en donde está inmersa la Base Petrel y valorizar los impactos ambientales derivados de los aspectos ambientales asociados a las actividades a realizar para su remodelación, es necesario analizar las alternativas que se han tenido en cuenta. El artículo 3.2.a) del Anexo I del Protocolo establece que el borrador de la EMG debe incluir “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;”.

Por otro lado, la Directrices para la Evaluación de Impacto Ambiental en la Antártida (Resolución 1 (2016)) especifican que tanto la actividad propuesta como las posibles alternativas deben examinarse de forma conjunta para que una decisión pueda comparar más fácilmente los impactos potenciales sobre el medio ambiente antártico y los ecosistemas dependientes y asociados. Es por eso que esta sección de la EMG describe las alternativas consideradas a lo largo de las fases de diseño de la remodelación de la Base Petrel.

5.1 No proceder

En este punto se analizará la alternativa de no proceder con la renovación de la Base Petrel. En este sentido debemos tener en cuenta los problemas ambientales que el incidente del incendio de la casa principal y el posterior uso irregular como base temporaria causó en la Base Petrel. Cómo se ha descrito consecuencia de esta situación las instalaciones de la Base Petrel fueron exponiendo al ambiente del entorno a cada vez mayores riesgos ambientales y su a su vez se agravaban en su intensidad.

Argentina es un país signatario original del tratado antártico y ha ratificado el Protocolo de Madrid y tiene entre algunos objetivos de su Política Nacional Antártica:

- Fortalecer el Tratado Antártico y su Sistema;
- Promover la protección del medio ambiente antártico y de sus ecosistemas dependientes y asociados;
- Continuar profundizando el conocimiento científico y tecnológico orientado a las áreas que tengan relación directa con las prioridades antárticas argentinas y

- Lograr una mayor eficacia de la presencia argentina, concentrándose en respaldar la actividad científico-tecnológica nacional y en la capacidad de prestar a otros países los servicios y el conocimiento necesarios para facilitar sus tareas antárticas, en los casos en que sea políticamente aconsejable.

Durante las últimas décadas Argentina evaluó en innumerables ocasiones distintas opciones para reconstruir y reparar los edificios que actualmente componen la Base Petrel, pero en todos los casos los resultados esperados no lograban por un lado eliminar o minimizar significativamente los riesgos ambientales que la Base poseía y por otro, no se lograba brindar a los programas de investigación un lugar para poder desarrollar sus proyectos. De esta manera el estado de la Base Petrel no permitía a la Argentina cumplir con los objetivos de su política antártica y en especial, su compromiso con la protección del ambiente antártico y sus ecosistemas dependientes y asociados como establece el Protocolo de Madrid. Por ese motivo la alternativa de “no proceder” fue descartada y por ese motivo se presenta este proyecto a los fines de dar solución definitiva a los problemas ambientales que la Base posee actualmente.

5.2 Alternativas de elección de la Base Petrel

Argentina lleva más de cien años de forma permanente en el Continente Antártico, llevando adelante numerosos programas de investigación. Sin embargo, las Bases Argentina fueron construidas hace ya muchas décadas atrás y por lo tanto en muchos casos se necesita una modernización de las instalaciones para alcanzar una mayor sustentabilidad y una mayor capacidad de apoyo a la ciencia. Es por este motivo que, en los últimos años, el Programa Antártico Argentino, viene buscando significativamente incrementar su actividad científica mediante un adecuado sistema de selección de proyectos de investigación antártica.

Para lograr este incremento es necesario la renovación de las instalaciones científicas en las bases, programa iniciado este año con la construcción de tres nuevos laboratorios en las bases Esperanza, Orcadas y San Martín y además se prevé en los próximos años renovar los laboratorios de las otras bases permanentes argentinas. Como resultado de estas acciones, se prevé el incremento progresivo de la cantidad de personal científico que concurrirá a la Antártida tanto para realizar investigaciones en las zonas próximas a las bases como así también en zonas alejadas. Dicho incremento de actividades científicas y de personal, implica un mayor esfuerzo logístico, en especial de un empleo adecuado de las capacidades de transporte. Además, se debe tener en cuenta que el cambio de las condiciones climáticas y nuevos medios incorporados a la actividad obliga a modernizar la forma de desplegar la ciencia y el consecuente apoyo logístico.

Del análisis del sistema del despliegue de personal científico, logístico y cargas, surgieron capacidades no aprovechadas y aspectos limitantes que afectan el desarrollo armónico de las actividades logísticas de transporte durante el verano antártico. Básicamente, del análisis surge la necesidad de centralizar la logística de transporte de personal científico, logístico y cargas para el despliegue en la Antártida en un punto central que permita:

- Flexibilizar los apoyos a las actividades científicas, mediante un rápido despliegue, recuperación y redespliegue de científicos y sus equipos, la centralización de muestras

mediante un punto central para su almacenamiento, análisis o expedición al continente americano

- Un mejor empleo de los recursos y facilidades de transporte aplicados en apoyo al PAA, redundante en más cantidad de actividades científicas con los mismos recursos.
- El despliegue en oportunidad de la ciencia en el continente antártico.
- El despliegue de personal logístico y abastecimiento de las bases.
- Eventualmente y con capacidades remanentes, desarrollar actividades de cooperación internacional con otros programas nacionales antárticos.
- El acceso por modo aéreo y naval tal que permita el intercambio de personal científico, logístico y cargas para el despliegue o repliegue del continente antártico.
- Que tenga condiciones para funcionar como tal por largo tiempo y posibilidades de crecimiento o expansión (Espacio).

A la luz de estos aspectos se analizaron tres opciones:

- Desarrollar base Marambio como punto central del despliegue científico y logístico del Programa Antártico Argentino.
- Incrementar la logística manteniendo el actual empleo de medios.
- Desarrollar base Petrel como nuevo punto central. En este sentido, se determinó que Base Petrel es la propuesta más favorable. Su situación geográfica, su clima, el espacio de la zona y el acceso actual y futuro de los medios empleados por el PAA lo hacen especialmente apta para constituir el punto central del PAA. Solo es desfavorable el costo de inversión a realizar, aunque las ventajas son muchas. Su situación, de ser una base que ya ha funcionado como permanente y por lo tanto que ya ha sido impactada, favorece su empleo para este proyecto.

El acceso a Base Marambio mediante medios navales se encuentra mayormente limitado, una situación meteorológica que muchas veces bloquea el uso de la pista y su ubicación geográfica. La favorece su actual desarrollo y el espacio para su crecimiento. No obstante, es un aspecto para considerar son las tendencias de las temperaturas anuales registradas durante los últimos veranos que limitan el uso de la su pista de aterrizaje en la época de mayor demanda. Con respecto a la posibilidad de contar con más medios navales y aéreos, es limitada la posibilidad de contar con un mayor número para incrementar las actividades científicas.

5.3 Alternativas para modernizar la Base Petrel (las modificaciones propuestas en este apartado se encuentran desarrolladas en el Anexo VII.).

Definida la base Petrel como lugar seleccionado para ser el futuro punto de ingreso y egreso a la Antártida, por parte del Programa Antártico Argentino y desde allí proyectar al personal científico y logístico y largas hacia el resto de las bases y el interior de la Antártida, se evaluaron algunas alternativas para el desarrollo de la base. Como punto de partida, la base debe contar con

facilidades portuarias, aeroportuarias y de alojamiento y estiba de cargas. Las facilidades portuarias (muelle), aún en estudio, pueden suplantarse en forma temporaria con el empleo de botes, pontones y embarcaciones menores que accedan a la playa del cabo Welchness mediante su varado o la construcción de un muelle de circunstancia de tipo “quita y pon”. Las facilidades consistirán en dos pistas de aterrizaje, considerando como aeronave crítica al C-130 Hércules y los servicios necesarios y aquellos asociados al funcionamiento de este (Terminal de pasajeros y carga, torre de control, servicios de bomberos, etc.).

Por último, se consideró que deba tener el alojamiento necesario como para albergar, en caso de emergencia, todo el pasaje de una aeronave crítica (64 pax más 6 tripulantes) durante al menos 72 hs. Desde el punto de vista del terreno, se sabe que el terreno más firme del cabo Welchness es la plataforma superior ubicada en la zona central del cabo. Es en esta zona donde se instalarán la mayoría de los edificios. En base a estos parámetros de diseño se diseñaron tres modelos de base, desde el diseño más simple aprovechando las instalaciones existentes, hasta el modelo más complejo con la máxima cantidad de instalaciones, pasando por otro modelo intermedio.

5.3.1 Propuesta 1 – Máximo aprovechamiento de las instalaciones existentes

Esta propuesta contiene el aeródromo con las dos pistas de aterrizaje y una torre de control ubicada junto al hangar. Se apoya en las actuales edificaciones. Se construiría la casa Principal en el sector donde se encontraba la casa que se incendió en el año 1976, la casa de emergencia para 80 personas, y la terminal de pasajeros.

5.3.2 Propuesta 2 – propuesta de desarrollo intermedio

Esta propuesta contiene un aeródromo más desarrollado y completo con capacidad de operar helicópteros y tiene casi la totalidad de las edificaciones nuevas. Se caracteriza por el lugar donde está ubicada la Casa Principal y no contempla un lugar de esparcimiento.

5.3.3 Propuesta 3 – Desarrollo máximo de la base

Esta propuesta contiene el aeródromo con todos sus servicios completos y con capacidad de albergar y operar helicópteros desde la base. Mantiene todas las construcciones necesarias para la operación a pleno de la base. Ubica la Casa Principal en forma paralela a la morena del glaciar Rosamaría y la construcción de un alojamiento de emergencia y gimnasio como lugar de esparcimiento.

5.4 Evaluación general de las propuestas

Las tres propuestas fueron evaluadas en función de los siguientes aspectos, que fueron considerados como prioritarios para el desarrollo de la base Petrel.

- Las exigencias de las Directrices para la evaluación del impacto ambiental en la Antártida (Resolución 1 (2016)) que imponen la evaluación del proyecto total y no solo por partes.

- El mejor empleo de las zonas y la funcionalidad de la base.
- Satisfacción de los requerimientos determinados para constituir el centro de despliegue y repliegue de científicos, logísticos y cargas del Programa Antártico Argentino empleados para elegir a la Base Petrel.

Se observa como diseño más favorable la propuesta 3, que desarrolla la totalidad de las instalaciones que prestarán el máximo de los servicios a la ciencia. La diferencia principal entre las propuestas 2 y 3 reside en un diseño más compacto y especialmente el área de recreación constituido en el alojamiento de emergencia y gimnasio, que cumplirá la doble tarea de recreación para el personal y la disponibilidad de un edificio con capacidad que pueda ser empleado para usos múltiples en caso de eventualidades. No obstante, se ha tenido en cuenta lo observado y se ha decidido reducir el tamaño de esta instalación quitando las gradas y butacas. (Ver Anexo Nuevo Plano de planta del Alojamiento de Emergencia / Gimnasio). El rediseño reduce el tamaño del edificio en 117m², de 863,25 m² a 745,92 m².

Finalmente se aprecia que resulta conveniente la reconversión total de la base por sobre el reacondicionamiento de las instalaciones actuales. El motivo principal es que en el corto tiempo se estima que debería ser ampliadas sus instalaciones para una mayor capacidad de prestaciones, vulnerando así lo dispuesto por la Resolución 1 (2016) que estipula que no deben presentarse proyectos parciales.

5.5 Diseño y ubicación de los edificios

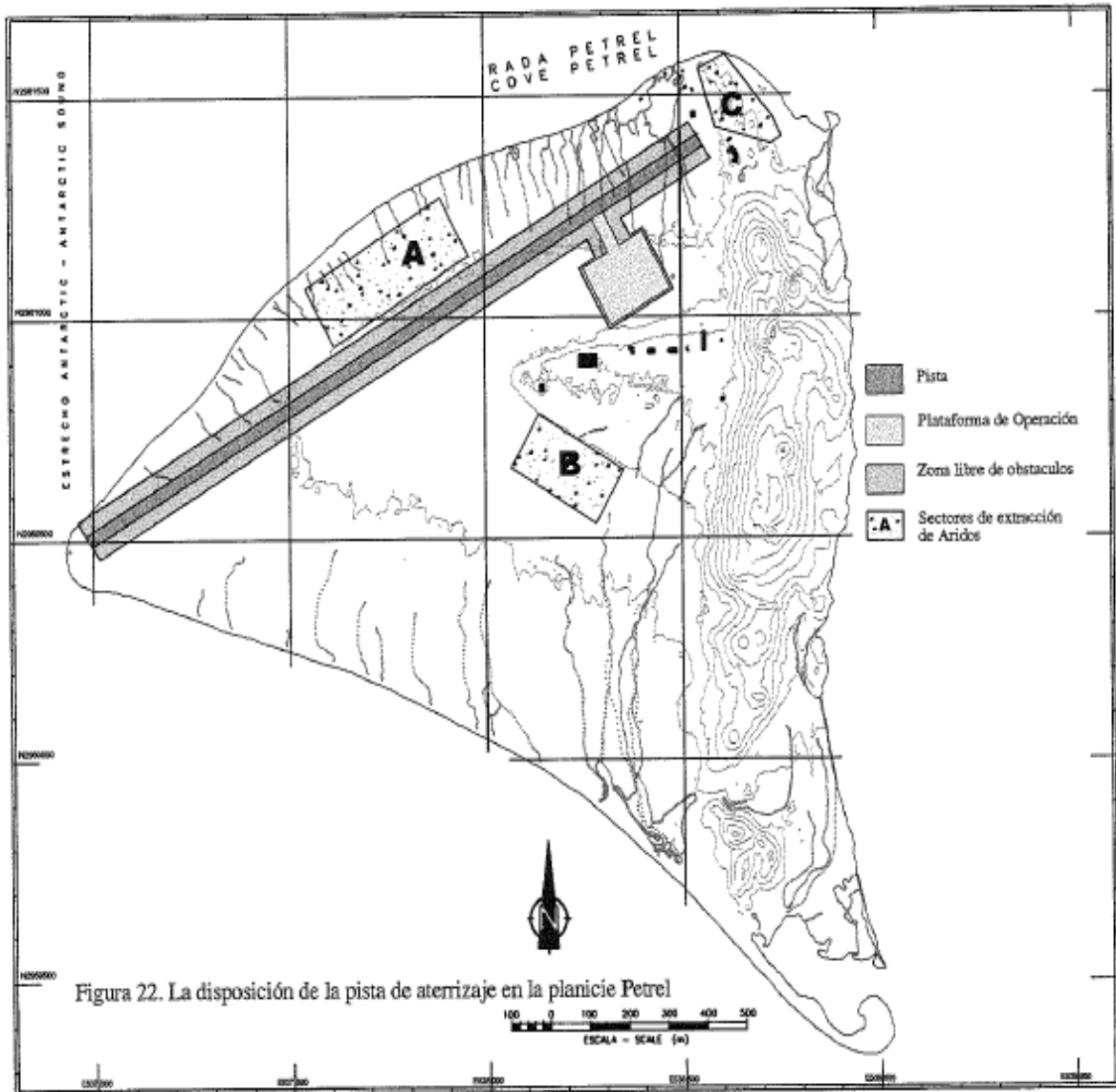
Si se observan las tres propuestas presentadas en el punto anterior, se aprecia que existen algunas diferencias en las edificaciones, instalaciones a desarrollar como así también su ubicación. A continuación, se expondrán las razones por las que existen estas variaciones y la elección de la mejor propuesta.

5.5.1 Pistas de aterrizaje

Potenciales Diseños de Pista

La disposición típica de un aeropuerto con una pista de aterrizaje se muestra en la Figura 91. Los pavimentos de las distintas partes del aeropuerto están divididos en tres áreas operacionales:

- 1) pista de aterrizaje
- 2) pista de rodaje
- 3) plataforma de operaciones.



Estos pavimentos deben tener criterios geométricos específicos con respecto a sus ángulos longitudinales y transversales, curvatura vertical y distancia visual. Alrededor del perímetro de estos pavimentos estará ubicada un área sin obstrucciones para aviones que por casualidad escapan de la superficie pavimentada.

Los estándares geométricos del aeropuerto y sus requerimientos específicos son clasificados en cuatro categorías. El estándar máximo para un aeropuerto ártico de clase A indica una pista aérea pavimentada de 2.100 m de longitud y 60 m de ancho. Los estándares mínimos para los aeropuertos árticos, clases (B), (C) y (D), requieren una superficie de grava o pavimento, con longitudes de pista de 1500, 900 y 450 m, con ancho de 45, 30 y 21 m, respectivamente.

En el cabo Welchness se propone la disposición de una pista principal con unos 1.800 m de longitud en sentido SW–NE, ubicada sobre la terraza inferior que presenta características geotécnicas y de relieve favorables para la potencial construcción del aeropuerto sobre ella (Figura 124).

La orientación de la pista principal está supeditada a las direcciones S, S-W y S-E de los vientos más fuertes predominantes en el área. La longitud de esta pista potencial podría alcanzar 2.100 m, extendiéndola unos 100 m en dirección N-E hasta el cordón de morrenas y otros 200 m en dirección S-W. En este último caso, serían ganados al mar en adyacencias de punta Bajos, a expensas de la zona de intermareas, donde queda expuesta una terraza de abrasión marina, a unos 2,5 m de profundidad bajo el nivel del mar. Esta terraza marina está cortada en rocas Triásicas muy compactas y competentes a la erosión. La misma se extiende unos 200 m costa afuera, rodeando a la punta Bajos, y es apta para potenciales prolongaciones de la posible pista aérea hacia el W.

El diseño de la pista aterrizaje en el cabo Welchness y los requerimientos geométricos de las facilidades aeroportuarias futuras, están supeditados a la topografía del terreno en el sector de la terraza inferior, al resultado del estudio de las condiciones geotécnicas en la zona del permafrost y los requerimientos técnicos de las tareas previstas.

Tabla 28: Datos de la nivelación del eje de la pista principal en la planicie Petrel

Nº puntos	Distancia, m	Altura en msnm	Pendiente	Grados
1	0	2.61		
2	100	1.24	-0.014	-0.785
3	200	2.49	0.013	0.716
4	300	3.26	0.008	0.441
5	400	4.39	0.011	0.647
6	500	5.08	0.007	0.395
7	600	6.05	0.010	0.556
8	700	6.12	0.001	0.040
9	800	5.88	-0.002	-0.138
10	900	6.06	0.002	0.103
11	1000	6.43	0.004	0.212
12	1100	5.86	-0.006	-0.327
13	1200	5.28	-0.006	-0.332
14	1300	4.45	-0.008	-0.476
15	1400	4.27	-0.002	-0.103
16	1500	3.47	-0.008	-0.458
17	1600	2.8	-0.007	-0.384
18	1700	2.29	-0.005	-0.292
19	1800	1.68	-0.006	-0.349

Terraplén de materiales locales

El terraplén de la pista de aterrizaje en zonas frías debe diseñarse para soportar condiciones adversas tales como: levantamiento del suelo húmedo por congelamiento estacional, asentamiento por descongelamiento de las capas superficiales, pérdidas de la resistencia de las capas base y sub-base del terraplén durante y después del descongelamiento estacional y cambio de humedad de la superficie. Además, el diseño de las capas de apoyo exige que se determine su capacidad para soportar carga, con el fin de elegir el diseño en forma segura y económica. En general, la capacidad para soportar carga varía mucho con los diversos tipos de suelos utilizados para la construcción. Las pistas tienen que soportar también las vibraciones del periodo de calentamiento y el escape de los motores de reacción, además de los impactos del aterrizaje.

El espesor promedio del terraplén debe corresponder a la profundidad normativa de descongelamiento estacional en la región, para evitar los efectos negativos de la fusión del hielo y el drenaje del agua de ablación. En este caso un aspecto de gran importancia es disponer de materiales clásticos gruesos adecuados para construir el terraplén. Áridos de este tipo inhiben la formación de hielo subterráneo, además los mismos no favorecen levantamientos indeseables por congelamiento expansivo en el sector de la construcción.

El espesor medio del terraplén es estimado en 1,43 m, con un espesor máximo de 2,21-2,96 m entre los puntos 2 y 3, los cuales corresponden a un sector inundable durante la pleamar:

Tabla 29: Espesor del terraplén de la pista de aterrizaje en la planicie Petrel

Numero de los puntos	Distancia, m	Altura en msnm		Espesor del terraplén, m
		Superficie original	Superficie del terraplén	
1	0	2.61	3.7	1.09
2	100	1.24	4.2	2.96
3	200	2.49	4.7	2.21
4	300	3.26	5.2	1.94
5	400	4.39	5.7	1.31
6	500	5.08	6.2	1.12
7	600	6.05	6.7	0.65
8	700	6.12	6.7	0.58
9	800	5.88	6.7	0.82
10	900	6.06	6.7	0.64
11	1000	6.43	6.7	0.27
12	1100	5.86	6.7	0.84
13	1200	5.28	6.7	1.42
14	1300	4.45	6.2	1.75
15	1400	4.27	5.7	1.43
16	1500	3.47	5.2	1.73
17	1600	2.8	4.7	1.9
18	1700	2.29	4.2	1.91
19	1800	1.68	3.7	2.02

Todos los áridos naturales necesarios para la construcción de la pista aérea se hallan dentro del área del proyecto. Estos materiales existen en abundancia y son de buena calidad.

Se recomienda obtenerlos de tres canteras ubicadas al pie de las morenas. El terraplén se extenderá sobre 54.000 m² y tendrá un espesor promedio de 1,43 m. El volumen de áridos a movilizar será de unos 77.500 m³.

Tabla 30: Volumen de los áridos extraídos para la construcción del terraplén.

Sectores de extracción	Tamaño de los sectores, m	Profundidad de la extracción, m	Volumen de la extracción, m³
A	400x150	0.7	42000
B	250x140	0.7	24500
C	180x120	0.5	11000

El terreno apropiado para la fundación es la superficie original del terreno, la cual se denomina “subrasante” y debe estar debidamente compactada en la primera etapa, con una humedad óptima de 7-8 %. Para la construcción de la sub-base del terraplén se podrán utilizar áridos de las canteras donde predominan las gravas gruesas con poca arena. Los áridos para la base del terraplén tendrán que ser suplementados con el agregado de arena y limo proveniente de otras canteras. Esto será necesario para lograr la buena cohesión y compactación de la superficie del terraplén. Los materiales (áridos) utilizados para formar la base del terraplén se pueden mezclar con áridos de las canteras B y C en proporciones iguales.

En todas las etapas de colocación de los áridos se debe realizar una compactación capa por capa. Una buena compactación producirá mejores resultados en el grado de consistencia del terraplén, representado por un menor índice de espacios vacíos, los cuales redundarán en un mayor peso unitario seco. Al compactar el suelo del terraplén se persigue lo siguiente:

- Mejorar futuras respuestas de los procesos criogénicos
- Disminuir futuros asentamientos
- Aumentar la resistencia al corte
- Disminuir la permeabilidad

Terraplén con pavimento rígido¹⁰

El diseño ideal para la futura pista aérea es la construcción de un terraplén con materiales locales, específicamente diseñado para una región polar con desarrollo de permafrost. El terraplén debe incluir una subrasante y una sub-base de áridos compactados, y una capa superior sólida de asfalto u hormigón. En el caso de las carreteras, pistas de aterrizaje y rodamiento de los aeropuertos, un pavimento rígido que desempeña diversas funciones actúa como cubierta protectora de la capa de apoyo:

- Soporta y distribuye la carga, con una presión unitaria lo suficientemente distribuida para estar dentro de la capacidad de los suelos que constituyen el terreno de fundación y la sub-base, reduciendo la tendencia a la formación de surcos superficiales.
- El pavimento impermeabiliza la superficie, favoreciendo la evacuación de la humedad de las áreas que reciben la carga y las capas infrayacentes.

Los pavimentos de pistas aéreas varían desde las losas de concreto semi-rígidas que se tienden directamente sobre sub-base hasta los diversos tipos de pavimento de una o varias capas flexibles. La tecnología clásica de construcción de pistas aéreas con pavimento sólido requiere de una enorme cantidad de materiales de construcción que deben ser llevados y descargados en la zona de trabajo. Otra solución aplicable en la construcción del terraplén con pavimento rígido es la aplicación de sustancias estabilizantes del suelo de la base y la colocación de un pavimento asfáltico que puede fabricarse en el lugar mismo, con áridos tomados localmente.

¹⁰ Finalmente, esta idea fue descartada.

Se analizaron varios productos nacionales, por ejemplo, los producidos por la empresa Argentina Multsystem S.A. que propone varias soluciones tecnológicas de última generación para el mejoramiento de asfaltos y tratamiento de suelos. Uno de ellos es el estabilizante químico-iónico de suelos denominado "Etion" y el modificador de cemento asfáltico "Asphaltable".

El estabilizante de suelos Etion es una solución acuosa de un complejo de sales inorgánicas, adicionada con compuestos tensioactivos sulfatados. Esta solución al ser incorporada al suelo produce cambios electroquímicos en la estructura de este, acondicionando para alcanzar elevados índices de capacidad portante (CBR) y compactación, y mejorar la resistencia a los esfuerzos de corte. Se realizaron ensayos en laboratorio con estos productos para determinar el valor de CBR en áridos previstos para construir el terraplén de la pista del cabo Welchness. La muestra fue preparada con mezcla de áridos de dos localidades distintas.

Los resultados del ensayo fueron:

- ✓ Tipo del suelo según H.R.B. A – 2
- ✓ Granulometría: tamiz Nº 4 82 %
- ✓ tamiz Nº 18 56 %
- ✓ tamiz Nº 21 %
- ✓ tamiz Nº 6 %
- ✓ Humedad óptima, (%) 8 %
- ✓ Densidad máxima de suelo: 2.15 g cm-3
- ✓ Tipo estabilizante de suelo ETION® (1% solución con agua)
- ✓ Cemento 5 %
- ✓ Valor del CBR, (%) > 120 %

Asimismo, gravas arenosas provenientes de la Antártida fueron mezcladas con Etion, en bajo porcentaje (4-5%), logrando valores importantes superiores a los obtenidos por los sedimentos desprovistos del aditivo, los cuales los hicieron aptos para pavimentación. El valor de CBR del ensayo resultó completamente aceptable para estabilizar la capa de apoyo del terraplén. Se recomienda incrementar con este método el espesor del suelo en la base del terraplén, el cual deberá ser tratado por lo menos en 0,3 m de su espesor en las cabeceras de la pista (zonas de impacto) y 0,15 m en las secciones intermedias.

El otro producto ensayado (denominado "Asphaltable") es un compuesto químico que mejora la calidad del asfalto. Se trata de un método para la elaboración de concretos asfálticos en frío, con utilización de emulsiones asfálticas modificadas como material ligante, el cual reemplaza al procedimiento tradicional de mezclado en plantas. La gran ventaja de este tipo de productos es que produce mezclas más flexibles y adecuadas para aplicar en regiones con cambios bruscos de temperatura que producen fisuras y grietas en la capa superficial.

También existen otros compuestos químicos que modifican las propiedades del cemento asfáltico, permitiendo elaborar mezclas asfálticas especiales en caliente y aplicarlas en frío. Las mezclas apropiadas de estos productos con áridos naturales les confieren propiedades especiales a las mismas, prolongando el tiempo disponible para la compactación y mejorando la calidad del cemento asfáltico, con lo cual se logra una mayor adherencia entre el asfalto y el árido. El tiempo disponible para la compactación es muy prolongado, ya que justamente la densificación de la mezcla es la causa de la eliminación de los componentes que mantienen el concreto asfáltico “trabajable”. Estos productos son de fácil incorporación al cemento asfáltico. La mezcla se realiza en el tanque de la planta asfáltica impidiendo las emanaciones tóxicas durante su incorporación. Modifican la viscosidad de la mezcla asfáltica agregándole un solvente, lo que permite trabajar a menor temperatura que la convencional sin perder las cualidades plásticas de la misma.

Ensayos realizados con asfalto modificado con un compuesto químico del tipo “Asphaltable”, resultaron en que pueden aplicarse en sucesivas capas delgadas desde 3 cm de espesor. Asimismo, estos productos tienen resinas térmicas que mantuvieron por mayor tiempo la temperatura, pudiéndose transportar la mezcla a gran distancia de la planta. Además, su colocación resultó más rápida y simple porque demandó menos compactación. El diseño interno preliminar del terraplén de la pista aérea a construir con estos materiales se muestra esquemáticamente en la Figura 92.

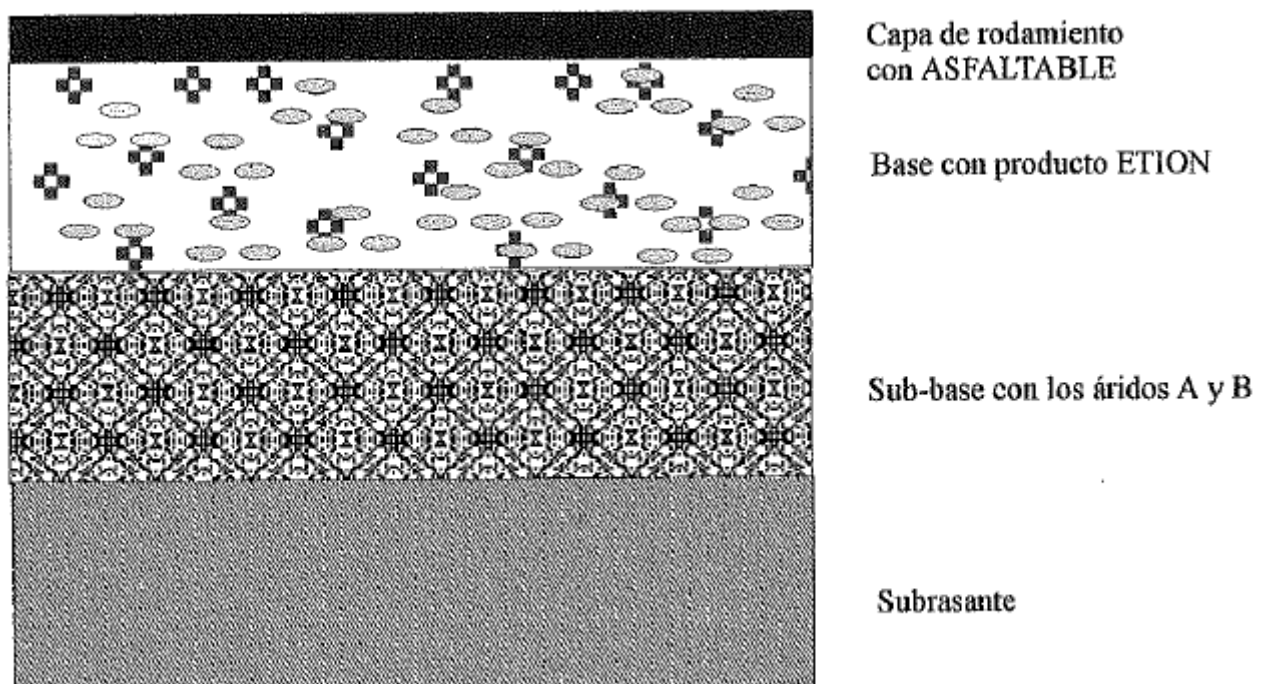


Figura 92: diseño de la pista con pavimento rígido.

Drenaje en la zona de la pista

El drenaje es sin duda el factor aislado más importante que contribuirá a la estabilidad del terraplén de la pista. El agua sólo puede filtrarse en los suelos clásticos bajo la influencia de carga exterior o de un gradiente osmótico. La construcción del terraplén implicará un drenaje natural superficial debido a que estará más elevado que el terreno circundante, y estará formado por

materiales que favorecerán la infiltración (en caso de la construcción de una pista no pavimentada) y también el posterior drenaje del agua fuera del terraplén.

La primera exigencia es que el agua se mantenga lejos o fuera de las estructuras de la construcción, las cuales pueden soportar un daño erosivo. La mitigación de estos efectos requiere una serie de zanjas y canaletas a largo de los bordes de la pista. La red de drenaje en la zona de permafrost puede calcularse según:

$$A = h_{\max} \sqrt{\frac{K}{W}} = 60m$$

Los sistemas de drenaje, tanto superficiales como subterráneos, deben ser eficientes y estables aún durante la temporada de descongelamiento. Las principales estructuras previstas para la red de drenaje tienen que corresponder a los siguientes criterios:

- Los canales de captación de agua de fusión deberán bordear la sección superior, a lo largo del terraplén para facilitar el drenaje
- Los canales transversales subterráneos (sección de la pista entre puntos 2 y 5) deben estar bien aislados del cuerpo del terraplén para evitar la termoerosión del permafrost
- Las cunetas transversales de drenaje fuera de la pista no deben tener una longitud menor a 50 m, ancho menor que 0,50 m en la parte superior y 0,4-0,5 m de profundidad
- El relleno de las cunetas de drenaje debe realizarse con grava gruesa que asegure buenas condiciones de filtración, rápida evacuación del agua, solidez estructural y competencia ante la erosión.

Cambios previstos de las condiciones geocriológicas y geotécnicas en el sector de la construcción

La construcción de la pista con un terraplén construido con materiales clásticos locales perturbará las condiciones iniciales del permafrost en este sector. Los cambios previstos se pueden evaluar con los datos de las propiedades de los áridos a utilizar para la construcción del terraplén, y las condiciones climáticas relacionadas con la modificación del permafrost en subrasante, sub-base y base del terraplén. Una característica importante es la profundidad del congelamiento (H_c) dentro del cuerpo de terraplén después de la construcción. Este parámetro se puede calcular con los datos de las propiedades térmicas obtenidas de los suelos y la información climática recogida.

El valor (H_c) se expresa de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$H_c = \sqrt{\frac{2\lambda_c t_c \tau_c}{\rho W_t \gamma_c - 0.5C_c t_c}}$$

Donde:

t_c es la temperatura media del aire durante el tiempo en que esta permanece bajo de los 0 °C (-7,6 °C); t_c es índice del congelamiento, grado-días negativos (2200 – 3500 por año); l_c es la

conductividad térmica del suelo congelado ($2,1 \text{ Kcal m}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$); C_c es la capacidad calorífica por volumen del suelo congelado ($755 \text{ kcal m}^{-3} \text{ grad}^{-1}$); r es el calor latente de fusión de hielo ($80000 \text{ Kcal Tn}^{-1}$); W_t es la humedad óptima del suelo ($0,07-0,09$); γ_c es densidad del suelo congelado ($2,0 \text{ Tn m}^{-3}$).

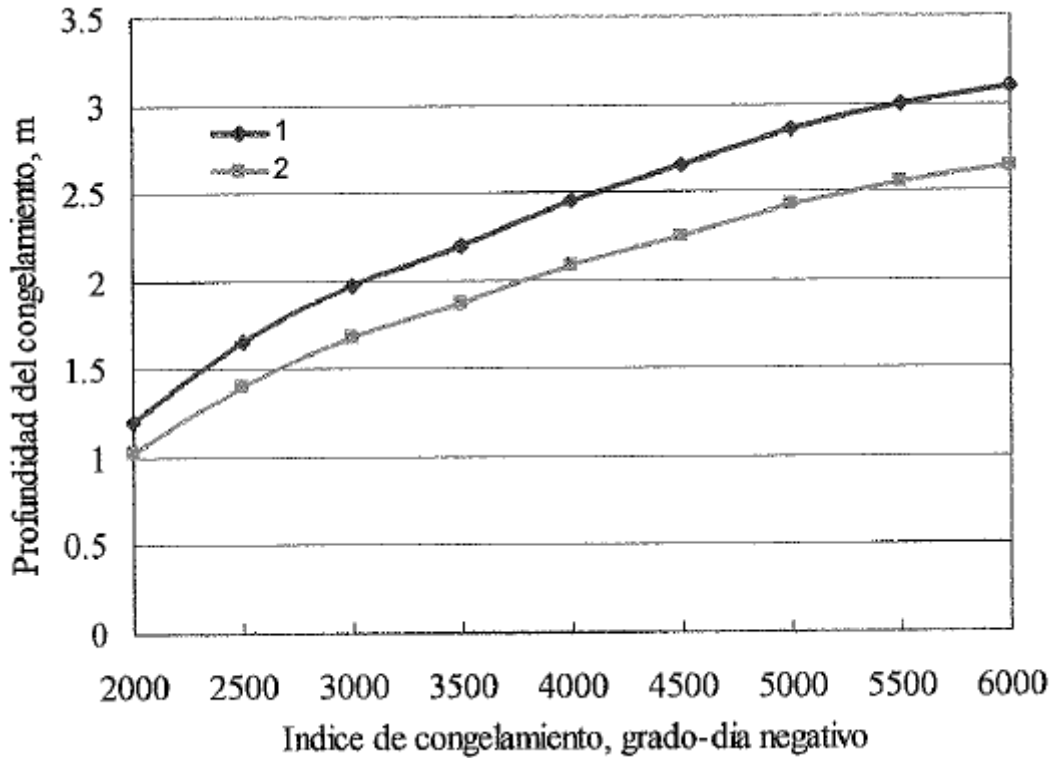


Figura 93: la profundidad del congelamiento depende del índice de congelamiento y la humedad de los suelos.

Teniendo en cuenta que existen dos valores de la humedad óptima del suelo del terraplén y el periodo con temperaturas negativas del aire variable cada año, la profundidad potencial del congelamiento en este sector puede modificarse de 1,3 m a 2,1 m por año.

Según este cálculo, nuevo permafrost en cuerpo del futuro terraplén tendría que formarse en primer año después de la construcción en los sectores donde el espesor del terraplén no supere 1-1,2 m, y en el segundo año el cuerpo del terraplén se congelará en su volumen completo.

Las Figura 94 muestra secciones transversales y perfil longitudinal del terraplén después de su congelamiento completo.

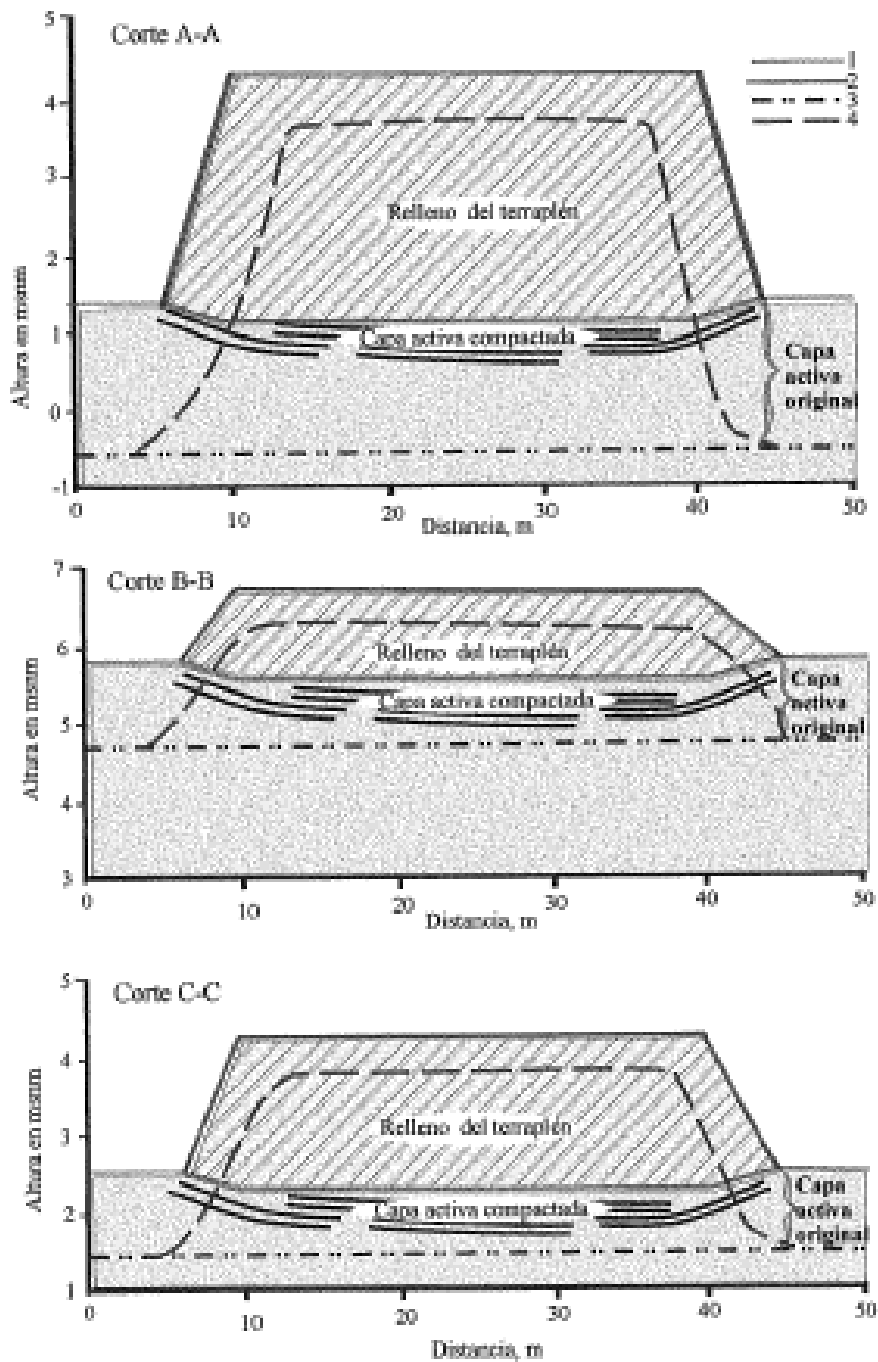


Figura 94: secciones transversales geocriológicas del terraplén. 1-superficie original; 2-nivel del terraplén; 3-techo del permafrost; 4-techo del permafrost en terraplén

Conforme a los cálculos, el descongelamiento estacional de la parte superior del terraplén será de menos del 10-15% del terreno natural (planicie fluvio-glacial) gracias a los siguientes factores: compactación de los áridos colocados, disminución de W_t y la disminución de la cubierta de nieve en la superficie elevada de la pista.

Las propuestas presentadas son casi similares. La adoptada fue la que se corresponde con las propuestas 2 y tres consistentes en 2 pistas, una principal de orientación 03/21 de 1500 mts con una franja de seguridad lateral de 75 mts a cada lado y una pista secundaria de 1200 mts de orientación 17/35 con una franja de seguridad de 45 mts a cada lado.

En estudios anteriores se priorizó el largo de las pistas obteniéndose varios diseños que variaban entre 1700 para la pista principal con orientación 06/24. La pista secundaria tenía una orientación casi similar a la actual propuesta. Analizada esta propuesta, si bien el largo de la pista resultaba muy favorable para el aterrizaje de las aeronaves, contaba con un inconveniente que reducía o penalizaba la carga de pago de la aeronave crítica.

El inconveniente y su solución fueron los siguientes:

- En la pista principal, el final de la pista correspondiente a la cabecera 04 quedaba frente a la morena del glaciar rosamaría obligando a una rápida elevación sin capacidad de escape. En sentido contrario, obligaba a la aeronave a seguir el desnivel del glaciar para su acceso a la pista.
- El diseño actual, orienta la cabecera 22 hacia la costa de la rada Petrel evitando en parte la morena y el glaciar Rosamaría aumentando la seguridad del vuelo. Como contraparte, la distancia total de la pista no puede exceder los 1500 mts de longitud, más las franjas de seguridad frente a cada cabecera.

Por tal motivo, el diseño actual de la pista es la más conveniente para la operación de la aeronave crítica.

5.5.2 Terminal de pasajeros, de cargas y torre de control

En la propuesta 1 la terminal de pasajeros y terminal de cargas se encuentra frente al cruce de las dos pistas de aterrizaje mientras que la torre de control se ubicó junto al extremo Noroeste del Hangar. En la propuesta 2 la terminal de pasajeros contiene la torre de control y se encuentra ubicada frente al cruce de las dos pistas de aterrizaje. En un sector alejado se encuentra la terminal de cargas. Se analizaron las dos propuestas en base a la operatividad del aeródromo y a la seguridad de las operaciones.

Tabla 31: propuestas a la terminal de pasajeros, cargas y torre de control

N°	Propuesta	PROPUESTA 1	PROPUESTA 2 y 3
	Aspectos a considerar (Valorado en función a las posibilidades de 1 a 5)		
	Situación planteada	la terminal de pasajeros y terminal de cargas se encuentra frente al cruce de las dos pistas de aterrizaje y calle de rodaje. La torre de control se ubicó junto al extremo Noroeste del Hangar.	la terminal de pasajeros contiene la torre de control y se encuentra ubicada frente al cruce de las dos pistas de aterrizaje y calle de rodaje. En un sector alejado se encuentra la terminal de cargas.

1	Seguridad - observación Mejor: 5 Nulo: 0	La torre de control tiene ángulos muertos. La terminal de pasajeros y cargas obstaculizan la visión de la torre de control hacia las pistas de aterrizaje y plataforma de aeronaves. La torre de control se ubica en una posición alejada del centro del aeródromo. La ubicación de la torre de control en el extremo Noroeste del Hangar podría producir ángulos muertos sobre el playón al sur donde podrían operar helicópteros. Valor asignado: 3	La torre de control tiene visibilidad en los 360° sin obstáculos para observar las pistas de aterrizaje, la calle de rodaje y el playón donde se encuentran los helipuertos. Posee una ubicación central en el aeródromo. Valor asignado: 5
3	Seguridad - varios Óptima: 5 Nulo: 0	La existencia de la terminal de cargas en la zona próxima a las pistas no es el lugar conveniente para la carga. En la terminal de cargas se ubicaría el servicio de bomberos del aeródromo (autobomba) Valor asignado: 3	La terminal de cargas se encuentra detrás del hangar constituyendo lugar adecuado para el aparcamiento de las mismas. (facilita el transporte de cargas hacia los helipuertos) La terminal de pasajeros contiene el servicio de bomberos (autobomba) Valor asignado 5
3	Operatividad Óptima: 5 Nulo: 0	La separación entre la terminal de pasajeros y torre de control dificultará el control del personal en la zona del aeródromo debiéndose duplicar sistemas de comunicaciones. Requiere un mayor control Valor asignado: 3	La terminal de pasajeros junto a la torre de control permite centralizar el control de las actividades del aeródromo. El servicio meteorológico se ubicará en este edificio facilitando la observación de las condiciones meteorológicas del cabo Wellchness. Valor asignado: 5
totales		9	15
Valor máximo 15 pts		60%	100%

Como resultado de lo considerado se seleccionó la construcción de la Terminal de pasajeros conteniendo la torre de control, ya que facilita la visión a los 306° por lo tanto el control de las operaciones del aeródromo. Por otro lado, la terminal de cargas ubicada más al Este retira las cargas en la zona central del aeródromo y facilita, en las propuestas 2 y 3 la recepción y transporte de cargas a los helipuertos.

5.5.3 Casa Principal

Las casas habitaciones de las tres propuestas tienen diferencias, de ubicación y de tamaño.

5.5.3.1 Tamaño de la Casa Habitación

La propuesta 1 presentó una casa habitación de 982 m² mientras que las propuestas 2 y 3 presentaron casas de 2100 m². La diferencia entre estiba en la finalidad de cada proyecto. Mientras que la propuesta 1 avanza sobre lo mínimo necesario para el funcionamiento de la base y la satisfacción de los requerimientos operativos señalados. En este sentido, y al descartar la propuesta 1 como proyecto y propiciar la remodelación de la base Petrel en su máximo desarrollo, la casa de la propuesta 1 queda descartada.

5.5.3.2 Ubicación de la Casa Habitación

Queda aún evaluar la ubicación de la casa habitación de las propuestas 2 y 3. Para ello se analizó la meteorología, el terreno y la distribución edilicia de la base y los servicios de la misma.

Tabla 32: análisis de alternativas de la ubicación de la Casa Principal

N°	Propuesta	PROPUESTA 2	PROPUESTA 3
	Aspecto a considerar (Valorado en función a las posibilidades de 1 a 5)		
	Situación planteada	La Casa Habitación se ubica sobre el borde norte de la plataforma central del cabo Welchness con una orientación Este Oeste	La casa habitación se encuentra ubicada en el sector Noreste de la plataforma central del cabo Welchness, próximo a la morena del glaciar Rosamaria, con una orientación Norte-Sur.
1	Meteorología Mejor: 5 Nula: 0	La orientación Este-Oeste de la casa enfrenta en forma perpendicular a los vientos más fuertes provenientes del sur, pudiéndose ver afectada la eficiencia energética de la misma. El contar con una de las caras más extensas hacia el sur afectará la eficiencia energética por estar generalmente a la sombra. Valor asignado: 3	La orientación Norte-Sur y su proximidad a la morena del glaciar Rosamaria protegerá a la casa habitación de los vientos más fuertes de la zona, provenientes del sur. La cara reducida de la casa hacia al sur proporciona una mejor orientación hacia el sol Valor asignado: 5
2	Terreno Óptima: 5 Nulo: 0	Ubicar la casa principal en proximidades del borde de la plataforma central conlleva el riesgo que en el futuro el terreno cesa e incline el edificio Valor asignado: 3	La ubicación de la casa sobre la parte oeste de la plataforma central, próximo a la morena, proporciona mayor seguridad en la estabilidad del suelo. Valor asignado 5
3	Construcciones ubicadas en esa zona actualmente Óptima: 5 Nulo: 0	La construcción de la casa habitación, impondrá la demolición de la casa de emergencia, usina auxiliar o de emergencia, cámara frigorífica y obrador. Edificios que se emplearán durante la reconversión de la base. Valor asignado: 3	La casa habitación se construirá en una zona sin edificaciones. Solo allí se encuentra la plataforma de la antigua casa habitación (incendiada en el año 1976) que se será demolida. Su construcción no impide el empleo de los otros edificios de la base Valor asignado: 5
4	Impacto ambiental Nulo: 5 Máximo: 0	La zona está impactada. Solo deben demolerse los edificios que actualmente se encuentran en ese lugar. Valor asignado: 4	La zona está impactada. Se debe demoler y retirar la base de la antigua casa habitación. Valor asignado: 4
5	Distribución edilicia de la base Óptima: 5 Nulo: 0	La ubicación de la casa habitación obliga a una mayor dispersión edilicia por ocupar un gran espacio donde se podrían ubicar edificios de menor tamaño. Obliga la construcción de otros edificios (Obrador). Valor asignado: 4	La ubicación lateral de la casa habitación permite la construcción de otras edificaciones en la plataforma central. Valor asignado: 5
6	Servicios de la base No dificulta:5 Dificulta:0	No afecta la distribución de los servicios de la base Valor asignado: 5	No afecta la distribución de los servicios de la base. Valor asignado: 5
	totales	22	29
	Valor máximo 30 pts	73,3%	96,6%

Como resultado de lo analizado surge que la ubicación de la casa habitación de la Propuesta 3 es la más conveniente, por cuanto tiene una mejor ubicación de acuerdo al terreno, vientos y orientación con respecto al sol; y su construcción no obliga a la demolición de edificios que pueden ser empleados durante la reconversión de la base.

5.5.4 Parque solar fotovoltaico (ver el Anexo 4- "Parque solar fotovoltaico")

Durante el proyecto de desarrollo de la base Petrel se analizaron varios lugares para la instalación del Parque Solar fotovoltaico, que contará con unos 950 m². De cuatro sitios probables de ubicación, se seleccionaron 2 de ellos para la evaluación final, los cuales figuran en la Propuesta 2 y 3.

En la propuesta 2, se evaluó su instalación en plataforma inferior del cabo Welchness, al norte de la plataforma superior. En la propuesta 3 se propuso su ubicación en la zona central de la plataforma superior, lugar donde actualmente se encuentra el viejo campo de antenas a desmantelar.

Los factores que se evaluaron para su elección fueron los siguientes: Tipo de suelo para su implantación, su afectación a los vientos, la posible acumulación de nieve durante el invierno antártico y humedad durante el verano, su proximidad a la usina principal (red eléctrica) y afectación para la circulación en la base.

Tabla 33: análisis de las alternativas del parque fotovoltaico.

Nº	Propuesta	PROPUESTA 2	PROPUESTA 3
	Aspecto a considerar (Valorado en función a las posibilidades de 1 a 5)		
	Situación planteada	Instalación de campo solar fotovoltaico en plataforma inferior del cabo Welchness, al norte de la plataforma superior	Instalación de campo solar fotovoltaico en la zona central de la plataforma superior del cabo Welchness
1	Tipo de suelo Mejor: 5 Nula: 0	El suelo en la plataforma inferior es un poco menos firme que en la plataforma superior (Ver Anexo 3 – Apéndice 1, Y Anexo 6 Apéndice 1). Implica mayor profundidad y volumen de las bases. Valor asignado: 4	El suelo de la plataforma superior es más firme. (Ver Anexo 3 – Apéndice 1, Y Anexo 6 Apéndice 1). Implica menor profundidad y peso de las bases el campo solar. Valor asignado: 5
2	Acumulación de nieve en invierno y humedad en verano Óptima: 5 Nulo: 0	De acuerdo con los informes de la dotación año 2022, la zona acumula una larga cola de nieve producto de los vientos y de encontrarse al norte de la plataforma superior. El suelo es más húmedo en relación con la plataforma superior, producto del deshielo de la nieve acumulada Valor asignado: 3	El suelo al estar al máximo nivel de altura del cabo Welchness acumula muy poca nieve y que es barrida por los vientos. El suelo es más seco en relación a la plataforma inferior. Valor asignado 5
3	Proximidad a la Usina Principal Óptima: 5 Nulo: 0	La ubicación del campo solar en relación con la ubicación de la usina en ambas propuestas (2 y 3), se encuentra alejada de la usina principal. Valor asignado: 3	La ubicación del campo solar se encuentra a una distancia razonable de la usina principal Valor asignado: 5
4	Afectación a la circulación de la base Nulo: 5 Máximo: 0	Si bien la ubicación del campo solar está lejos de la plataforma central, el tendido eléctrico debe superar dos caminos. Valor asignado: 4	El campo al estar en un sector central de la base con caminos a su alrededor no afecta la circulación en ella. Valor asignado: 5
5	Distribución edilicia de la base Óptima: 5 Nulo: 0	Proporciona más dispersión de las instalaciones. Valor asignado: 4	Contribuye a una distribución más compacta de las instalaciones de la base. Valor asignado: 3
	totales	18	22
	Valor máximo 20 pts	72%	88%

Por lo apreciado en la matriz superior, la ubicación del campo solar fotovoltaico de la propuesta 3 es mejor que la correspondiente a la que figura en la propuesta 2. Como características distintivas, podemos decir que la propuesta 3 presenta como aspectos superiores la menor acumulación de nieve en el sector y por lo tanto menor humedad en el suelo, facilidad en la instalación por una menor profundidad y volumen de las bases y la proximidad con la Usina Principal para conectar su producción eléctrica a la red de la base.

5.5.5 Evaluación de la no construcción de las pistas

Un aspecto importante del análisis de las alternativas fue la decisión de la construcción de las pistas en la Base Petrel. Desde 1969 que Argentina fundó la Base Marambio, la pista ubicada sobre la meseta de la Isla Marambio ha sido la puerta de entrada aérea para las actividades del Programa Antártico Argentino. Si se descartara la alternativa de construir la pista en la Base Petrel, la pista de la Base Marambio debería continuar siendo la única entrada para aeronaves en una base argentina.

El problema en la actualidad es que la Isla Marambio y sus suelos vienen sufriendo los impactos del cambio climático en las últimas décadas y esto ha llevado a la imposibilidad de usar la pistas, muchas veces en momentos críticos de la campaña antártica o en situación de emergencias como una evacuación aeromédica. A partir de la ubicación de la Base Marambio de manera general tomando como referencia el Informe del SCAR podemos mencionar que en relación con la temperatura superficial se ha observado una tendencia al aumento significativa a través de toda la península antártica desde 1950, siendo más importante en la parte oeste y norte de la península. Las temperaturas en el lado este de la península antártica han mostrado elevaciones mayores durante los veranos y otoños, con un aumento promedio de $+0,41^{\circ}\text{C}$ por década (Turner et al, 2009). En el caso puntual de la Base Marambio viene experimentando un aumento significativo del promedio anual de temperatura a lo largo de las últimas décadas cercano al $+0,7^{\circ}\text{C}$. Resultados globales para Antártida mencionan que en el último siglo la temperatura pro-medio anual ha ascendido aproximadamente $1,2^{\circ}\text{C}$ (Vaughan et al, 2003).

En el otro aspecto mencionado, el permafrost, según el SCAR (Turner et al, 2009) es probable que haya una reducción en el área del permafrost, acompañada de hundimiento de la superficie del suelo y movimientos de masa asociados. Se puede determinar de manera particular que en la Isla Marambio se observa una clara tendencia positiva en el aumento del promedio de temperatura media anual (Figura 16). Sin embargo, aunque la Isla Marambio se encuentra ubicada en la zona de permafrost continuo, con temperaturas de suelo cercanas a -5°C y un espesor de aproximadamente 200 m (Silva Busso, Sánchez y Fresina, 2000), los cambio observados y esperados en las temperaturas tienen efectos significativos sobre la dinámica y espesor de la capa activa del permafrost (capa superior de permafrost que se descongela en verano y se vuelve a congelar en otoño).

El espesor de la capa activa es muy variable, y depende de las condiciones medioambientales. Para el caso de la Isla Marambio el espesor mínimo se detectó en la meseta, donde alcanza los 0.4 - 0.5m, mientras que el espesor máximo de 1.5 - 1.6 m se midió en las pendientes suaves del norte y noroeste (Yermolin et al, 2002). Ahora bien, la profundidad de

descongelamiento estacional en la isla Marambio depende de las condiciones climáticas y de la humedad del suelo (Yermolin y Skvarca, 2004). Se debe tener en cuenta que el espesor de descongelamiento (Z_d) se calcula mediante la ecuación de Stefan (Nelson et. al., 1997) y que a mayor temperatura mayor será el espesor de descongelamiento.

En los últimos estudios realizados (Ormazabal, 2022) se detectó en la Isla Marambio que el agua producto del descongelamiento de la capa activa junto con la ablación de las precipitaciones níveas, conforman la zona saturada del suelo en la que se puede desarrollar el acuífero libre estival de agua suprapermafrost y ese acuífero es el que genera zonas anegadas sobre la pista y una pérdida de la consistencia del suelo que hace imposible la operación con aeronaves de gran porte como es el caso de los C-130.

Según Ormazabal (2022) la Isla Marambio tiene una meseta elevada 200 msnm libre de hielo permanente, culminada por un depósito de origen glaciario de edad Plioceno – Pleistoceno, denominado Formación Weddell y en estos sedimentos se desarrolla permafrost continuo. La capa activa se descongela durante el verano dando lugar a la creación de sistemas hídricos superficiales y niveles saturados supra-permafrost. Los ciclos de congelamiento y descongelamiento modifican las propiedades mecánicas de la capa activa y el techo del permafrost, por lo que la comprensión de estos sistemas es importante, ya que sobre los mismos se asientan obras de infraestructura (edificios, carreteras, pistas de aterrizaje, etc), en las cuales se podrían reducir costos de construcción, mantenimiento, e incluso riesgos.

De acuerdo con Ormazabal (2022) el acuífero libre estival se desarrolla en sectores donde el descongelamiento de la capa activa supera el metro. En el estudio realizado se pudo observar que el acuífero libre estival es discontinuo y con mayor desarrollo en el extremo sur de la meseta. También se encuentra desarrollado sobre la pista de aterrizaje principal, desde el centro hacia la cabecera norte. En el resto de la meseta están los sedimentos de la Formación Weddell sin saturar o saturados, pero con un desarrollo de la capa activa de alrededor de 0.6 metros. Estos sectores donde el techo del permafrost se encuentra elevado, impiden la conexión del acuífero y el flujo horizontal del agua contenida (Figura 206).

El cambio observado sobre la isla y los cambios esperados hacen esperar que sea cada vez mayor la dificultad y la restricción de operar sobre la pista de la Base Marambio, por eso la alternativa de no construir las pistas de Base Petrel (la isla Dundee no posee los problemas mencionados para la Isla Marambio) es descartada ya que implicaría optar por agudizar las complicaciones a futuro para el ingreso modo aéreo al continente.

5.5.6 Evaluación de la no construcción del muelle

Como se ha presentado anteriormente en este documento, el proyecto original tenía incluido la construcción de un muelle en la zona de la rada Petrel. Esta idea también viene siendo evaluada desde hace muchos años buscando generar una Base Antártica que tenga la posibilidad de tener un muelle de mayor porte que permita la operación adecuada de buques de mayor tamaño.

En primer término, se comenzó por la búsqueda de un sitio para el emplazamiento del muelle. En un primer análisis, a partir del estudio de la batimetría existente de la zona, se observó que sobre la orilla hay un sector de la costa que se introduce dentro del mar con forma de “Lengua”, una distancia aproximada de 200 m lineales con muy poca profundidad, hasta aproximadamente 3.00 m., dejando a ambas márgenes sectores con una profundidad aproximada de 7.00 m.

Luego de lo apreciado in situ, se observó que la “Lengua” actúa como defensa natural contra los desprendimientos de hielo del Glaciar, quedando protegido el sector Oeste a esta defensa. El iceberg que se pudo apreciar durante la inspección denotaba que el emplazamiento óptimo del muelle debe ser al Oeste de la defensa y alejándose de la Botera, ya que sobrepasando ese sector los bloques de hielo son de menor tamaño, por lo que se tendría mayor seguridad en la navegación.

Finalmente se comenzaron a establecer diversos inconvenientes. Uno de ellos es que la ubicación propuesta no elimina el problema de los témpanos en la zona, que provoca que pueda no estar operativo el muelle en muchas ocasiones por el peligro de colisión con estos elementos. Esta situación además se espera que empeore dado que el cambio climático y la retracción de glaciares libera cada vez mayores témpanos y escombros al mar.

Otro inconveniente es que se pensó en el sistema constructivo la utilización del sistema Cofferdam (ataguías celulares, estructuras de contención) para materializar la estructura del muelle, es decir una estructura formada por cilindros huecos contiguos, tablestacas de acero unidas, que soportan los empujes mediante la fricción de su base. Las celdas serán rellenas con un material del mayor peso específico posible, (mezcla de arenas y gravas según disponibilidad en zona). Este sistema tiene dos consideraciones de importancia. Una de ellas es que no disponen de todo la maquinaria y equipo para realizarlo y otra es que los costos económicos están por fuera de los valores que Argentina puede afrontar.

De esta manera se puede concluir que la construcción de un muelle tiene como numerosos obstáculos respecto a cuestiones de seguridad de navegación (témpanos), recursos necesarios para su construcción y limitaciones económicas. Estas últimas son críticas, porque la inversión necesaria no se justifica ante las limitaciones de uso que pueden llegar a presentarse. Por estos motivos se decidió por la alternativa de no construcción del muelle, quedando el proyecto final sin este componente.

6 CONSIDERACIONES AMBIENTALES

6.1 Descripción General del Área

El Continente Antártico ha sido siempre de gran atracción para los seres humanos, desde hace siglos se visita o vive en el con distintos propósitos, los cuales fueron cambiando a través del tiempo. Desde la caza de ballenas y focas hasta la investigación científica, que busca la comprensión de los ecosistemas antárticos y sus procesos asociados. Todos tienen un denominador común, impactan sobre el ambiente, muchas veces de manera significativa. Después de tantos años de actividad antártica, Argentina es uno de los países que más posee, los

problemas ambientales ocupan un lugar central en la planificación antártica debido a la fragilidad y particularidad de los ecosistemas antárticos.

La mirada hacia la problemática ambiental ha cambiado mucho en las últimas décadas, desde la visión ecologista de los años setenta y ochenta, se ha pasado en este siglo a la búsqueda del conocimiento científico adecuado que permita tomar las decisiones correctas para lograr la solución de estos. Este nuevo enfoque establece la necesidad de reconocer al “medioambiente” como un objeto de estudio científico, buscando comprenderlo a fondo, lo cual incluye sus problemas ambientales.

En la actualidad todas las actividades antárticas están justificadas bajo la mirada de la investigación científica, que como se mencionó, busca alcanzar el conocimiento profundo de los ecosistemas antárticos, sin embargo, acorde a los cambios epistemológicos en relación con los problemas ambientales, se debe intensificar la investigación de los impactos ambientales que aparecen en la Antártida, debido a los años de permanencia de los seres humanos en un Continente tan frágil y particular.

La interacción entre las actividades que se realizarán en la Base Petrel y las características de la isla y el ambiente antártico tienen algunos puntos muy particulares. Primero, no posee el entorno presencia significativa de flora y de fauna antártica debido a la ausencia de colonias o asentamientos numerosos de aves o mamíferos, con lo cual la minimiza la posible intromisión perjudicial sobre estos. Segundo, la isla posee un alto valor geológico debido a la posibilidad de estudiar entre otras cuestiones el retroceso del glaciar. Tercero, dado que la Base funcionará como centro de coordinación logística de muchas actividades del Programa Antártico Argentino por la presencia de pista de aterrizaje, pasarán por la misma gran cantidad de personas, especialmente en los meses de verano.

La conjunción de los puntos mencionados lleva a que los aspectos ambientales (y sus impactos derivados) más importantes en la operación de la Base, son los relacionados con el cuidado y la preservación del suelo de la isla, tanto en su composición como en su estructura. La acumulación de residuos, la remoción de residuos históricos, la obtención de agua para consumo, el consumo de combustible, la generación de efluentes, el uso de caminos y senderos, los derrames de combustibles y efluentes, la construcción y el mantenimiento de edificios, serán entre otras, las causas de los principales impactos ambientales, en muchos casos inevitables, que se desprenden de las actividades de la Base.

Al no poseer la isla altos valores de importancia biológica, los impactos ambientales puestos en juego son la contaminación del suelo, agua y nieve, la modificación de la estructura y dinámica de la red hídrica, la pérdida de los valores geológicos y paisajísticos y en menor medida la contaminación del aire. Debido a que el suelo es entonces uno de los componentes de más alto valor ambiental en la isla, los aspectos e impactos ambientales derivados del almacenamiento, uso y distribución del combustible en la Base estarán entre los más importantes, seguidos por los relacionados con la generación y acumulación de residuos de todos los tipos.

La Base se ubica en el Norte de la Península Antártica, una región con características únicas y que se encuentra atravesando procesos de cambio significativos. La península Antártica es la porción de tierra más septentrional del continente antártico, que conforma una península prominente que desde su base se extiende en dirección norte y luego vira hacia el nordeste hasta rematar en la península Trinidad. Se encuentra en la Antártida Occidental, al sur del continente americano, rodeada por el mar de Bellingshausen al oeste y por el mar de Weddell al este, mar cuyo litoral está en gran parte bloqueado por la barrera de hielo Larsen. Al ser el territorio más septentrional del continente antártico es también el que mejores condiciones climáticas tiene con respecto al resto del continente. Por eso es el lugar con mayor densidad de bases antárticas y de actividades humanas. Por otra parte, es la región de la Antártida donde más se evidencian los efectos del cambio climático

Aunque la Antártida está considerada como un medio ambiente prístino, algunas zonas del continente están sometidas a una presión constante debido a las actividades humanas (por ejemplo, la investigación, el turismo y la logística asociada a estas actividades). Una de las regiones que más presiones recibe por las actividades humanas es precisamente la Península Antártica y en especial el extremo norte de la misma. El impacto de las actividades humanas en el medio ambiente antártico, especialmente en sus zonas libres de hielo, donde se encuentra la mayor parte de la biodiversidad terrestre, ha sido durante mucho tiempo un problema de conservación.

6.1.1 Localización

La Antártida¹¹

El continente antártico está cubierto en su gran parte por hielos glaciares constituyendo un conjunto de forma casi circular y unos 4.500 kilómetros de diámetro comprendido, casi en su totalidad, dentro del Círculo Polar Antártico. La superficie de la Antártida, sin contar las islas ni las barreras, es de 13.177.000 Km²; con las Islas Sub-antárticas suman cerca de un millón más. El mosaico imagen de la figura 169 (Jezek *et al.*, 2002) constituye la reconstrucción satelital más reciente del continente antártico. El área de interés para las investigaciones científicas incluye los estudios oceanográficos al sur del paralelo 60° suponen unos 30 millones de kilómetros cuadrados (I.A.A., 1997).

Desde el punto de vista de la geografía física, el meridiano de Greenwich y su antemeridiano correspondiente dividen a la Antártida en dos porciones: la Antártida Oriental que comprende las tierras ubicadas hacia el este de dicha línea y la Antártida Occidental que abarca las que se hallan hacia el oeste, ambos sectores de características muy disímiles. La Antártida Oriental está constituida en su mayor parte por una meseta de forma tabular que ocupa casi las tres cuartas partes de la totalidad del continente; sus costas son de una notable regularidad. El relieve de la Antártida Occidental es mucho más abrupto y sus costas, sumamente irregulares; esta parte del

¹¹ Descripción realizada por Silva Busso, A., Fresina, M., Velasco, I., & Rey, C. (2009). La península antártica: un nuevo horizonte para las ciencias hídricas. El Agua en el Norte de la Península Antártica, Fundación Félix de Azara, Buenos Aires, Argentina, Cap, 1, 1-12.

continente tiene una larga saliente que se interna hacia el océano: la Península Antártica rodeada por los mares de Bellingshausen y de Weddell. Una de las principales características de la Península Antártica es que constituye una prolongación de la región continental hacia el norte y, junto con la región insular aledaña, alcanza la latitud de 60° sur. El hecho de que la mayor parte del continente está cubierto por una sábana de hielo de considerable espesor (Kotlyakov y Smolyarova, 1990) ha dificultado el conocimiento del relieve subglacial. Lythe *et al.* (2001) ha realizado cálculos estimados que suponen un espesor de la capa de hielo entre 600 y 4000 metros aproximadamente con una longitud marginal de esta capa de más de 20.000 km, la mayor parte en contacto con el océano. Su volumen lo estima en 25.400.000 km³, cantidad suficiente para hacer ascender, en caso de que se fundiera, en alrededor de 60 m el nivel actual de los mares.

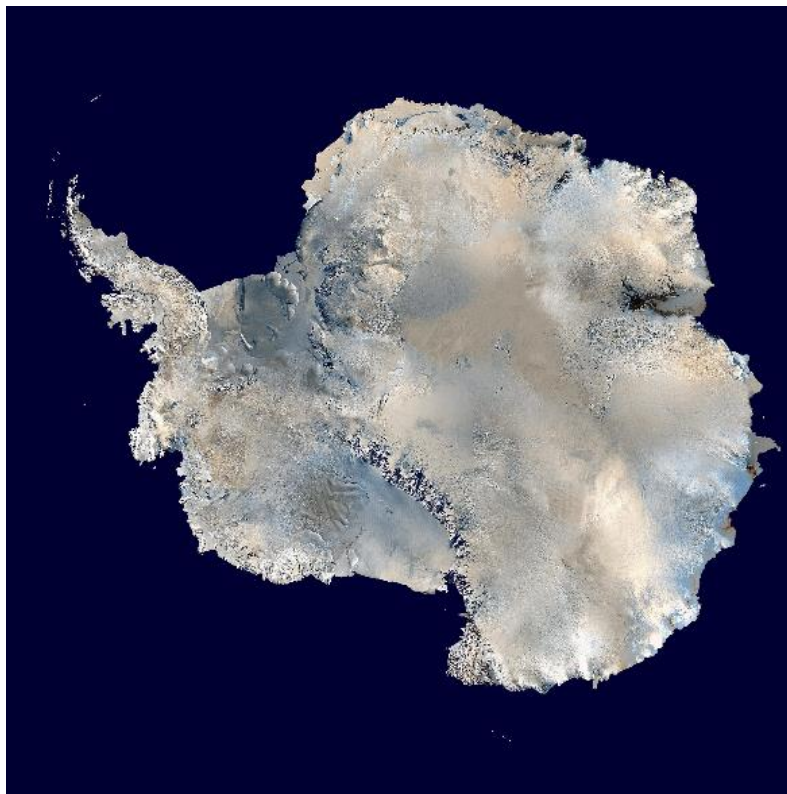


Figura 95: imagen satelital del Continente Antártico.

La Península Antártica¹²

Dentro de la Antártida Occidental, entre el paralelo 60° S y el polo, y limitado longitudinalmente por los meridianos de 25° y 74° O aproximadamente, se encuentra el área que comprendería la Península Antártica y su área insular abarcando un área de 4000000 km² de los cuales aproximadamente 1230000 son continentales (IAA, 1997). La Península Antártica (figura 210) emerge del continente en dirección norte para luego tomar rumbo este. La región occidental de la península está dominada por un relieve mesetiforme que no supera, en general, los 2000 msnm. Hacia el este se encuentra la cadena montañosa de la Península San Martín y Trinidad (en Argentina se denominan Antartandes), que recorre la península a lo largo de toda su extensión.

La orogenia de esta cadena es de la misma edad de la cordillera de los Andes y se la considera vinculada a ella a través de un arco insular compuesto por las Georgias del Sur, Orcadas del sur, Sandwich del Sur y Shetland del Sur (Behrendt, 1983) siendo la máxima altitud la del cerro Jackson de 4.190 m.

Al oeste de la península están las islas Alejandro I y Belgrano que limitan la Bahía Margarita y hacia el norte de éstas aparecen dos archipiélagos; el de Palmer y el de las Shetland del Sur. Separadas de la Península Antártica por el Estrecho Antártico, se encuentran en la parte más septentrional, otro grupo de islas; dentro del sector, pero bastante más alejadas las Orcadas del Sur, con más de cuarenta islas e islotes pequeños. Al oriente de la península se encuentra el Mar de Weddell cubierto en gran parte por la plataforma de hielo Filchner. Al sur del mar de Weddell, en la Tierra de Edith Ronne, se extiende la cordillera Diamante en dirección norte – sur y alcanza su mayor altura en el cerro Guaraní con 3660 m. Los montes Trasantárticos, ubicados en la Antártida oriental, forman una divisoria de hielos provocando que el hielo de la meseta fluya de manera asimétrica con un cauce principal hacia el mar de Weddell. A medida que el hielo del interior se desliza hacia los bordes del continente se adelgaza progresivamente. Su encauzamiento por valles y depresiones forma glaciares de descarga prolongándose mar adentro y coalesciendo lateralmente formando así las barreras de hielo.

La Península Antártica Norte (PAN), que abarca el Estrecho de Bransfield, la parte más meridional del Pasaje de Drake, el noroeste del Mar de Weddell y la región al norte de la plataforma de la Península Antártica Occidental (PAO), es principalmente importante debido a la evolución de los cambios en los ecosistemas y la dinámica de la criósfera océano-atmósfera-relacionados con cuestiones de cambio climático. La PAN se considera una de las principales puertas de entrada a las aguas que rodean la Antártida y al continente antártico, situado en un entorno de transición de la influencia subpolar a la polar. Además, muchas de las estaciones de investigación antárticas están situadas en los alrededores del PAN y la mayoría de los buques polares comienzan su temporada de campañas antárticas desde esta parte del continente. La zona donde se ubica la Base Petrel puede ser caracterizada desde el punto de vista biogeográfico y desde la mirada de los dominios ambientales. En cuanto a la región biogeográfica (Terauds *et al*, 2012) la zona de la Base Petrel se ubica en la región del “Noreste de la Península Antártica”. Por otro lado, se ubica en el Dominio Ambiental A “Geológico del Norte de la Península Antártica”.

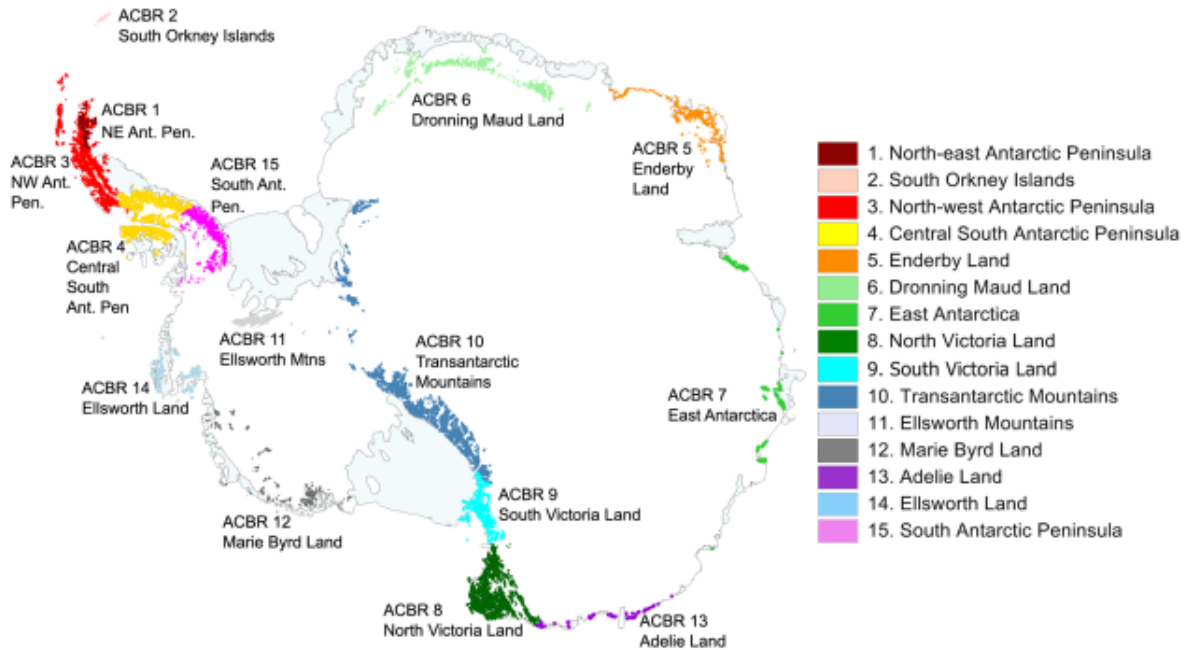


Figura 96: Mapa de la Antártida que presenta las 15 regiones biogeográficas de conservación de la Antártida.

Este dominio se caracteriza de acuerdo con Morgan et al (2007), por ser un pequeño entorno terrestre alrededor del norte de la Península Antártica. El tamaño del entorno (2812 km²) es muy pequeño en comparación con los demás entornos (sólo el entorno G es más pequeño). El entorno está formado en su totalidad por cubierta terrestre libre de hielo y geología sedimentaria. Climáticamente, el entorno es cálido en comparación con los demás entornos. El entorno A ocupa el tercer lugar en cuanto a temperatura media del aire (-10,33 °C), el segundo en cuanto a variación estacional (-11,68 °C) y el segundo en cuanto a cantidad de radiación solar (10,28 MJ/m²/día). La velocidad media del viento en el entorno es moderada, ocupando el undécimo lugar de los 21 entornos (12,22 m/seg). Es un entorno escarpado, con una pendiente media de 24,35°, lo que lo convierte en el cuarto entorno más escarpado del continente. Entre los lugares más conocidos que cubre el entorno se encuentran la mayor parte de la Isla Marambio, partes de las penínsulas libres de hielo de la isla Cerro Nevado, la mayor parte de la península Hurd en la isla Livingston, la Bahía Esperanza y otras partes libres de hielo de la Península Trinidad y la costa Nordenskjold (por ejemplo, la península Sobral), y otros lugares libres de hielo en la Tierra de San Martín tan al sur como la latitud 66°S (en el interior de la península Jason).

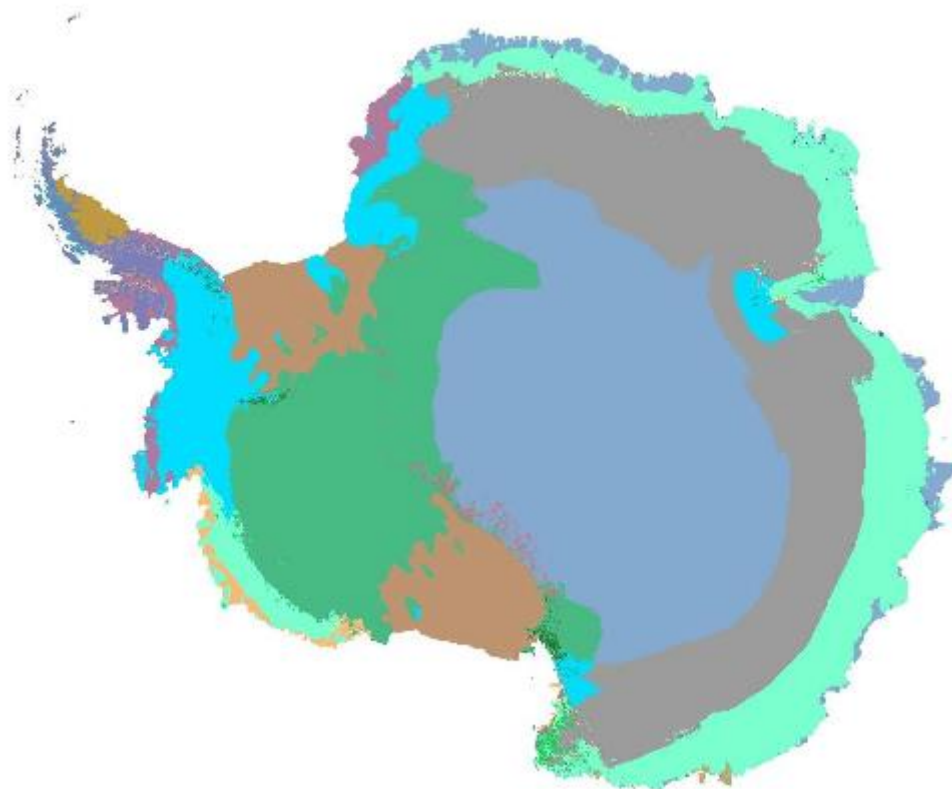


Figura 97: Dominios Ambientales de la Antártida (Morgan et al, 2007)

6.1.2 Análisis Regional

Para realizar una caracterización ambiental del entorno donde se llevarán a cabo las actividades de este proyecto vamos a seguir un criterio de “*escala gruesa-escala fina*”, donde describiremos de manera secuencial primero las condiciones y procesos ambientales de la región del norte de la península antártica y luego de manera particular del sector donde se ubica la Isla Dundee, en especial del Cabo Welchness.

6.1.2.1 Climatología de la región

Para este punto tomaremos la caracterización realizada por Silva Busso, Fresina, Velasco & Rey (2009). Estos autores mencionan que, en términos generales, el continente antártico registra las temperaturas medias anuales más bajas del planeta, así como también las mínimas absolutas más bajas. Una razón es su relativo aislamiento de los demás océanos del mundo consecuencia de la llamada corriente circumpolar antártica que fluye alrededor del continente.

En la península Antártica las temperaturas estivales se intensifican como consecuencia de la mayor latitud y el consecuente aumento de la radiación solar, además del efecto térmico que proviene de las superficies expuestas de roca. Más específicamente, el clima en el norte de la Península Antártica entre los 60° y 64° de latitud sur, presenta, según Reynolds (1981), una disminución gradual de las medias termométricas desde la región occidental de la Península hacia la región oriental. El clima marítimo en el oeste de la Península Antártica y el pseudo continental en el este tiene gradientes verticales de temperatura similares ($-0.57^{\circ}\text{C}/100\text{m}$), entre superficie y los 1050 m de altitud, pero los gradientes latitudinales son diferentes, $-0.77^{\circ}\text{C}/\text{grado de latitud}$

en el oeste y -0.85 °C/grado de latitud en el este. Estos resultados indicarían una uniformidad térmica que, sin embargo, no resulta tal si se comparan las temperaturas medias anuales entre el W y el E, que difieren en 5 °C siendo más fría en el W (Reynolds, 1981).

La presión atmosférica alcanza su máximo en la meseta polar antártica donde un anticiclón emite permanentemente vientos secos y fríos. Los sistemas ciclónicos que se forman en el océano provoca nubosidad y mal tiempo en los mares circundantes. En la región antártica la dirección de los vientos superficiales no depende de las isobaras. La pérdida de calor por radiación superficial genera una capa poco profunda de aire muy frío que descienden a gran velocidad por las laderas entre la meseta central y la región costera. Estos vientos alcanzan fuerte intensidad y sus ráfagas transportan nieve que reducen la visibilidad, es el fenómeno es conocido como blizzard. La evolución del clima y sobre todo de los valores de temperatura de las últimas décadas, ha sido evaluado por Jones, (1995) verificando un aumento en los valores termométricos medios máximos en el continente Antártico en las latitudes medias y altas. Svarka *et al.*, (1998) realizaron un estudio comparativo de la evolución termométrica y su relación con el calentamiento de la región determinando diferencias apreciables entre las regiones oriental y occidental de la Península Antártica.

En este sentido, el incremento de la temperatura media y sobre todo la temperatura media de verano es mayor en las últimas tres décadas, en la región oriental de la Península y particularmente en la zona del archipiélago Ross, determinando incrementos del orden de 0.075 °C (Estación Marambio, 64° S aproximadamente) y 0.083 °C (Estación Esperanza, 63° S aproximadamente). En la región occidental, Reymond *et al* (1996) determinaron un incremento de 0.057 °C/año (Estación Vernadsky, 65° lat. aprox.) verificándose el más importante en la media de invierno (0.14 °C/año). En la región occidental la extensión del hielo marino pareciera relacionarse con las variaciones termométricas, sobre todo en invierno cuando la nubosidad es mayor que en verano en esas regiones (Reymond, *et al.*, 1996; King, 1994). Stark (1994) propone iguales causas para explicar el calentamiento e incluye además la zona de Bahía Margarita.

El clima de la región noreste de la Península Antártica es subpolar, semiárido, con temperaturas medias anuales que oscilan entre -5 °C y -10 °C (Reynolds, 1981). Según la zona, las temperaturas medias de verano suelen hallarse entre 0 °C y -2 °C, mientras que las medias de invierno se hallan entre -12 °C y -17 °C, aunque durante las últimas tres décadas se ha registrado un significativo calentamiento atmosférico de 1.5 °C (Skvarca *et al.*, 1998). Los vientos dominantes son del sector S y SO, aunque en ocasiones se registran también fuertes vientos catabáticos, cálidos y secos, provenientes del sector ONO. Las precipitaciones de 250 mm anuales (80% níveas y 20% líquidas) permafrost en general continuo que ablaciona parte de la capa activa durante el verano.

Al oriente de la Península Antártica la distribución del calor se relaciona fundamentalmente con las variaciones de hielo marino y nubosidad, además de los fenómenos de circulación atmosférica de la región (King, 1994). Reynolds, (1981), determinó que las temperaturas medias anuales ajustadas al nivel del mar en la región occidental de la península se encuentran entre -2

y $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, con isotermas paralelas a la línea de costa, determinó también que las temperaturas medias de verano suelen ser mayores en la región occidental de la península normalmente comprendidas entre $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $2\text{ }^{\circ}\text{C}$, mientras que las medias de invierno varían entre $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, por otro lado según Skvarca *et al.*, (1998), el significativo calentamiento atmosférico permite calcular una tasa de $0.041\text{ }^{\circ}\text{C/año}$.

Al occidente de la Península Antártica se observa una marcada influencia oceánica ya que la misma constituye una barrera a la circulación de los vientos provenientes del noroeste (Raymond *et al.*, 1996). La dirección dominante del viento es ONO y de moderada intensidad (en comparación con la región oriental). Las precipitaciones que están cercanas a los 400-450 mm/año, tienen lugar durante el verano, siendo fundamentalmente en forma líquida o como agua nieve. Dadas las temperaturas medias de verano, la ablación de la nieve es un proceso constante durante el mismo, de tal forma que el aporte en las cuencas hídricas no sólo es proveniente de los glaciares sino también y en gran medida por aporte directo de las precipitaciones.

Debe considerarse en este análisis que las precipitaciones que se registran en forma de nieve son de compleja medición debido al transporte que hace el viento de la misma. Esto provoca normalmente, errores por defecto de lectura. Se ha observado a partir de las series de precipitaciones de las estaciones meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional Argentino en las proximidades de la costa suroccidental de la península, que las precipitaciones pueden ser mayores o tiene mejor registro debido al menor efecto del viento sobre el Estrecho de Gerlache. Particularmente para la Base Melchior, en dicha región se registran valores de casi 1200 mm anuales.

La presencia de agua superficial y subterránea se debe principalmente al deshielo de glaciares, nieve o permafrost. Dada las características climáticas particulares de los ambientes subpolares es conveniente considerar la propuesta de Tolstijin y Kiriujin, (1978) (en Mijalov, 1989) que consiste en una clasificación de la hidrogeología fundamentalmente hidroclimática. Los aspectos y procesos criológicos de la región son de importancia en el comportamiento hidrológico superficial y subterráneo (Silva Busso *et al.*, 2000 y Silva Busso, 2004). El paleoclima antártico ha sido objeto de estudio durante los últimos años fundamentalmente a partir de la extracción de testigos de hielo, extraídos en pozos profundos realizados en los domos o casquetes polares permiten determinar los cambios climáticos que se han producido durante el Cuaternario.

El Instituto Antártico Argentino ha realizado perforaciones para extracción de testigos de hielo en el área del domo de Isla Ross (Aristarain and Delmas, 1981; Aristarain *et al.*, 1990) que han permitido analizar los últimos ciclos climáticos. El concepto consiste en analizar el aire atmosférico atrapado en las burbujas de hielo a diferentes profundidades almacenadas durante el momento de la precipitación permitiendo así, determinar la composición de la atmósfera original y particularmente el contenido CO_2 . u otros gases que pudieran actuar como efecto invernadero (Popov *et al.*, 2002). Perforaciones efectuadas para análisis similares en las

adyacencias de la estación Vostok, establecen una correlación entre los cambios de temperatura y contenido de CO₂ durante los ciclos climáticos (Tabacco *et al.*, 2003). El CH₄ por su parte, pareció tener una presión parcial mayor en la antigua atmósfera, este gas está relacionado con la temperatura ambiente y el efecto invernadero verificándose que en las transiciones interglaciares de entre 150.000-135.000 años y 18.000-19.000 años, se produjeron fuertes cambios en las concentraciones de dicho gas. Los modelos paleoclimáticos indican un clima muy sensible a las variaciones atmosféricas consecuente de los cambios de concentración de los gases invernadero (CO₂ y CH₄), y a un cambio de los parámetros orbitales.

6.1.2.2 Cambios Climáticos en la Península Antártica

En esta sección detallaremos los cambios ocurridos en la Península Antártica en los últimos 2000 años de acuerdo a lo presentado por Turner *et al.* (2009). Según estos autores el final del MHH (*Mid-Holocene Hypsithermal*) estuvo marcado por unas condiciones climáticas más frías. Numerosos estudios han identificado avances glaciares del Holoceno tardío, pero la mayoría están mal datados o incluso sin datar. Algunos de los supuestos avances neoglaciares podrían pertenecer a la Pequeña Edad de Hielo. Existen pruebas fehacientes de que la plataforma de hielo del Canal Príncipe Gustavo empezó a reformarse después de c. 1,9 ka BP, pero debido a un efecto de depósito variable y a veces grande (6.000 años) esta fecha dista mucho de ser segura (Pudsey & Evans, 2001). Alrededor de c. 1,4 ka BP, cuando el clima de Larsen-A, pero también en este caso la incertidumbre sobre la datación es alta (Brachfeld *et al.*, 2003).

Numerosos registros indirectos biológicos bien datados en lagos y otros lugares muestran una disminución de la producción relacionada con la temperatura. en lagos y otros lugares muestran un descenso de la producción relacionado con la temperatura aproximadamente en esta época (Björck *et al.*, 1991b; Jones *et al.*, 2000; Hodgson y Convey, 2005). Tras el MHH (*Mid-Holocene Hypsithermal*), el lago Midge (Isla Livingston) registra un deterioro gradual del medio ambiente con pulsos cálidos y fríos (Björck *et al.*, 1991a). Hubo un episodio cálido en torno a 2 ka BP, y las condiciones fueron generalmente más frías que las actuales entre c. 1,5 ka BP y 0,5 ka BP. El lago Åsa (Isla Livingston muestra un claro deterioro climático, con condiciones frías y secas a partir de c. 2,5 ka BP y que se prolongan hasta casi nuestros días (Björck *et al.*, 1993). Las poblaciones de pingüinos disminuyeron entre c. 1,3 y 0,9 ka BP y entre c. 2,3 y 1,8 ka BP en la isla de Ardley (Sun *et al.*, 2000; Liu *et al.*, 2006).

Se cree que varios glaciares de salida o plataformas de hielo, como Monte Roch, la isla Livingston (Björck *et al.*, 1996), y la plataforma de hielo Muller (Domack *et al.*, 1995) se cree que avanzaron durante un periodo que se corresponde aproximadamente con la Pequeña Edad de Hielo del hemisferio norte. Sin embargo, la cronología exacta de esos avances sólo está bien delimitada en unos pocos lugares, y muchos de los muchos de los registros terrestres del avance de los glaciares aún no están fechados. Las pruebas de una LIA a partir de pruebas indirectas lacustres. Sin embargo, Liu *et al.* (2005) muestran una disminución de las poblaciones de pingüinos en la isla de Ardley, en el sur de Australia. en la Península Ardley, en las islas Shetland del Sur, entre 1790 y 1860.

Las mediciones instrumentales muestran el patrón espacial y la magnitud del rápido calentamiento regional reciente y, en particular, el pronunciado contraste entre el oeste (más calentamiento) y el este (menos calentamiento). rápido calentamiento regional, y en particular el pronunciado contraste entre los lados oeste (más calentamiento) y este (menos calentamiento) del PA. y el este (menos calentamiento) del AP. En los registros indirectos, el calentamiento se observa en el aumento de las tasas de acumulación de sedimentos en algunas zonas del AP, acumulación de sedimentos en algunos núcleos lacustres del PA (Appleby *et al.*, 1995), y en algunos núcleos marinos de alta resolución (por ejemplo, Domack *et al.*, 2003b). El calentamiento se detectó además en un estudio de seguimiento de los lagos de la isla de Signy, en el que el aumento de la temperatura del aire un aumento significativo del número de días sin hielo y una multiplicación por 4 del contenido de clorofila a que se aproxima a la productividad de los lagos (Quayle *et al.*, 2002, 2004). Pocos estudios se han centrado en este periodo de los registros indirectos.

En resumen, las condiciones climáticas probablemente se deterioraron después del Holoceno Medio, coincidiendo con la readaptación de los glaciares en algunas regiones, aunque su datación no está bien definida. de los glaciares en algunas regiones, aunque la datación de las mismas es deficiente. la Pequeña Edad de Hielo. Recientemente se ha observado un rápido calentamiento del clima en varias regiones de PA, con frentes glaciares en retroceso (Cook *et al.*, 2005) y los lagos de la isla Signy mostrando una respuesta notablemente rápida y magnificada en el funcionamiento del ecosistema.

Las tendencias de la temperatura de la superficie a partir de los datos de las estaciones desde principios de la década de 1950 ilustran un fuerte dipolo de cambio, con un calentamiento significativo a lo largo de la Península Antártica, pero con pocos cambios en el resto del continente (Figura 213). Las mayores tendencias de calentamiento en los datos medios anuales se encuentran en las partes occidental y septentrional de la Península Antártica. Aquí, la estación Vernadsky/Vernadsky ha experimentado la mayor tendencia estadísticamente significativa (nivel <5%) de +0,53°C/dec para el periodo 1951-2006. La estación de Rothera, a unos 300 km al sur de Vernadsky, ha experimentado una tendencia anual de calentamiento mayor, pero la brevedad del registro y la gran variabilidad interanual de las temperaturas hacen que la tendencia no sea estadísticamente significativa. Aunque la región de marcado calentamiento se extiende desde el sur de la Península Antártica occidental hacia el norte hasta las islas Shetland del Sur, el ritmo de calentamiento disminuye lejos de Vernadsky/Vernadsky, y el largo registro de Orcadas en la isla Laurie, en las islas Orcadas del Sur, sólo ha experimentado un calentamiento de +0,20°C/década. Este registro abarca un periodo de 100 años, en lugar de los 50 años de Vernadsky. Para el periodo 1951-2000 la tendencia de la temperatura fue de +0,13°C/década.

Determinar las tendencias de temperatura en el interior de la Antártida es difícil, ya que sólo existen dos estaciones con registros de larga duración solo hay dos estaciones con registros de larga duración. Sin embargo, se ha intentado extrapolar las tendencias de las estaciones al resto del continente. extrapolar las tendencias de las estaciones al resto del continente. Chapman y Walsh (2007) elaboraron estimaciones de las tendencias anuales (Figura 214) y encontraron el

mayor calentamiento sobre la Península Antártica, pero con un pequeño calentamiento ($\sim 0,1^{\circ}$ C/dec) en la Antártida Occidental y gran parte de la Antártida Oriental. Sin embargo, también observaron un enfriamiento en una franja desde el Polo Sur hasta la estación Halley.

6.1.2.3 Geología

Para este punto tomaremos la caracterización realizada por Silva Busso, Fresina, Velasco & Rey (2009). Estos autores mencionan que la península Antártica es una faja de corteza continental arqueada que está flanqueada por las regiones oceánicas del océano Pacífico sudoriental, el pasaje Drake, y los mares de Scotia y Weddell (Figura 215). Es un cinturón orogénico de tipo Andino, de edad Mesozoica y Cenozoica, que refleja subducción del fondo del océano Pacífico por debajo de su margen continental occidental. El basamento más antiguo conocido aflora en el flanco sudeste de la península, donde un conjunto de plutones calco-alcalinos indican edades Precámbrico tardío-Paleozoico temprano y Silúrico. El magmatismo más antiguo es del período Triásico y alcanzó su actividad máxima a lo largo del eje de la península durante el Cretácico medio. Las rocas volcánicas relacionadas a este magmatismo son conocidas genéricamente como Grupo Volcánico Antarctic Peninsula. La composición geoquímica y el desarrollo temporal de la actividad magmática junto a su distribución areal, reflejan la historia de la subducción, y la reconstrucción de los desplazamientos de las placas sugiere vínculos estrechos con América del Sur.

En el norte de la Península Antártica e islas adyacentes (e.g. islas Laurie y Livingston, en las islas Orcadas del Sur y Shetland del Sur, respectivamente), el basamento del arco magmático Mesozoico-Cenozoico está formado por sucesiones de turbiditas del Pérmico-Triásico, regionalmente metamorfizadas, las cuales incluyen al Grupo Trinity Peninsula y a las formaciones Myers Bluff y Graywacke-Shale, en el norte de la península Antártica, las islas Shetland del Sur y Orcadas del Sur, respectivamente. Estas unidades litológicas presentan similares asociaciones de facies y área de proveniencia desde un arco magmático disectado y desde un área continental. Las sucesiones de turbiditas representan la deposición en complejos de abanicos submarinos formados durante el Pérmico-Triásico, y cañones submarinos con flujos de detritos y grandes bloques deslizados, los cuales se desarrollaron en el borde Pacífico del Gondwana antes de su fragmentación iniciada en el Jurásico Medio. Parte de las islas Orcadas del Sur y Shetland del Sur y el norte de la península Antártica fueron fragmentos de corteza continental que originariamente pertenecían al istmo de Scotia que unía Tierra del Fuego con la península Antártica, y que fueron desplazados hacia el oriente por la combinación extensiva de dos cuencas de retroarco, hoy extintas.

Secuencias sedimentarias de retroarco están presentes a lo largo de la costa oriental de la península Antártica, las mismas exhiben deformación compresional de distinto grado, e.g. cuenca Latady en el extremo sudeste y cuenca Larsen en el nordeste. La cuenca Larsen (del Valle *et al.*, 1992) del Mesozoico- Cenozoico, se desarrolla principalmente en el área de la plataforma continental al oriente del extremo norte de la península Antártica, y se formó como resultado de la extensión litosférica del Jurásico, durante los estadios tempranos de la ruptura del Gondwana

y el posterior desarrollo en un ambiente de retroarco relativo al arco magmático de la península Antártica. El relleno marino de la cuenca está mejor expuesto en el norte, en la región de la isla James Ross, donde el registro estratigráfico es muy completo, abarcando desde el Jurásico superior hasta el Eoceno (Hathway, 2000).

Respecto a las playas elevadas en la Península Antártica Silva Busso, Fresina, Velasco & Rey (2009) mencionan que los depósitos de playas elevadas, que posdatan al UMG en la región de la península Antártica e islas circundantes han sido reconocidos en numerosas áreas libres de hielo. En la parte norte de la península Antártica el límite marino postglacial se ubica en altitudes entre 15 y 20 m s.n.m., con el límite más alto en la isla James Ross a 30 m s.n.m. hace 7.500 años BP, (Hjort *et al.*, 1997). Hacia el sur se eleva a 55 m s.n.m., en la isla Herradura ubicada en bahía Margarita, la edad mínima es 7.000-6.000 años BP.

El gradiente norte-sur en la altitud de los límites marinos está de acuerdo con las conclusiones de Bentley & Anderson (1998) y Anderson et al., (2002) de que durante el UMG los volúmenes de hielo fueron mayores en las partes sur y central que en el norte de la península Antártica. Las evidencias en tierra sugieren que la cobertura de hielo fue mayor durante el UMG que en la actualidad, en las partes central y sur el espesor de hielo debió superar en más de 500 m al espesor actual (Waite, 1983; Bentley & Anderson, 1998), mientras que en el norte fue entre 150 m y 400 m mayor al espesor actual (Ingólfsson et al., 2003).

John & Sugden (1971) y Birkenmajer (1997) mencionan la existencia de líneas de costa en las islas Shetland del sur a alturas mayores a los 200 m.s.n.m., Hjort *et al.*, (1997) menciona la existencia de líneas de costa a 80 m.s.n.m. en la isla James Ross. En el Grupo Insular James Ross, a considerable altura, hay gran cantidad de bloques de rocas cristalinas provenientes de la península Antártica. Las líneas de costa elevadas y los bloques erráticos parecen indicar uno o más eventos glaciarios del Pleistoceno superior anteriores al UMG (que culminó alrededor de los 18.000 BP).

6.1.2.4 Glaciología

La Península Antártica

En relación con la glaciología de la península antártica tomamos de referencia el trabajo de Silva, Arigony-Neto y Bicca (2019) "*Caracterização geomorfológica das geleiras da península antártica*". Estos autores mencionan que la clasificación geomorfológica de los glaciares, según Rau et al (2005), se desarrolló exclusivamente de los glaciares de la Península Antártica y que esta clasificación se realiza sobre la base de la clasificación primaria, forma, rasgos frontales, perfil longitudinal y morrena.

Arigony-Neto & Bicca (2019) establecen que la clasificación primaria consiste en una caracterización de nueve clases de glaciares. Las cuencas de drenaje se dividen en **(1) inciertas o variadas, (2) plataforma de hielo, (3) glaciar de roca, (4) glaciares y campo de nieve, (5) casquete glaciar, (6) campo de hielo, (7) glaciar de montaña, (8) glaciar de valle y (9) glaciar de**

descarga. Dos categorías no fueron utilizadas en esta clasificación, la capa de hielo continental, porque tiene proporción continental y este trabajo hace una clasificación más detallada y la corriente de hielo, porque ocurren en una zona en la capa de hielo, donde las velocidades del hielo pueden alcanzar centenas de metros por año, a partir del deslizamiento de la roca basal (SIMÕES, 2004) y este trabajo no midió la velocidad de desplazamiento de los glaciares

De acuerdo con Arigony-Neto & Bicca (2019) la clasificación primaria de los glaciares (Figura 198) mostró que el 62% de las cuencas de la Península Antártica son cuencas de descarga, es decir, drenan sus masas principalmente desde la meseta cubierta de hielo, o campo de hielo o casquete glaciar, hacia el océano o hacia una plataforma de hielo. Esto corresponde a 282.330,22 km² de superficie de hielo. Los glaciares de descarga están repartidos por toda la Península Antártica y representan casi la totalidad de la de las cuencas estudiadas. Esto se debe a que la masa de hielo la masa de hielo acumulada en la plataforma de hielo se vierte en el océano o en una plataforma de hielo al oeste y al este.

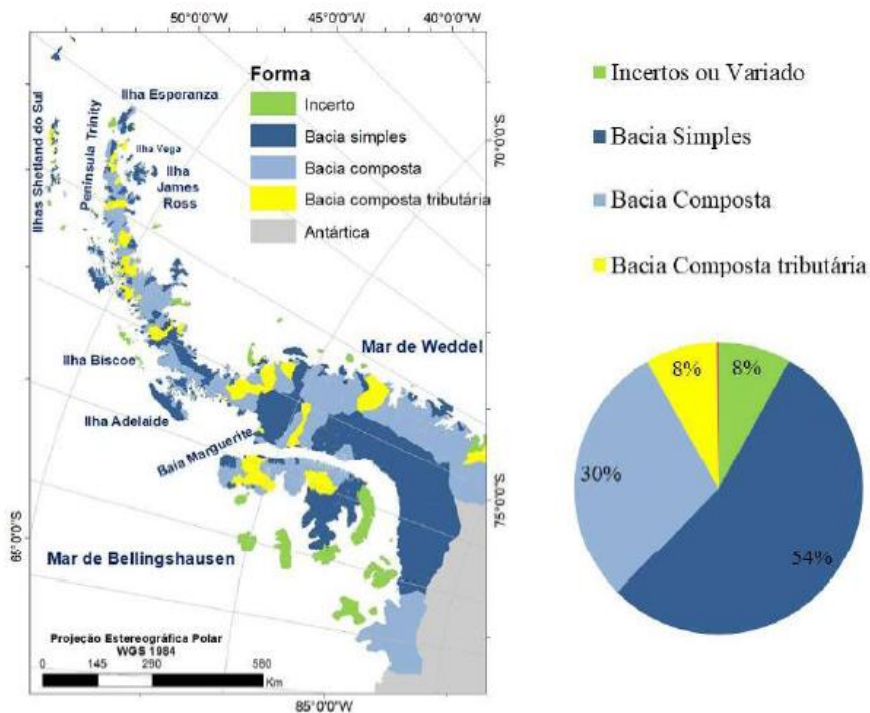


Figura 98: Clasificación en relación con la morfología de las cuencas de drenaje de la Península Antártica según Arigony-Neto y Bicca (2019).

Los glaciares de descarga están repartidos por toda la Península Antártica y representan casi todas las cuencas estudiadas. Esto se debe a que la masa de hielo acumulada en la meseta helada se vierte en el océano o en una plataforma de hielo a los lados oeste y este. Esta meseta interior tiene una altitud media de 2.800 metros, razón principal de la aparición de este tipo de glaciar. La clasificación con respecto a la forma (Figura 218) también siguió un patrón. Alrededor del 54% de las cuencas presentan una morfología simple, con un único flujo que transfiere masa a una única lengua. transferir masa a una sola lengua, lo que representa una superficie de 143.008,55

km²; otro 30% son de cuencas compuestas, glaciares que también tienen una morfología simple, pero en su zona de acumulación puede haber otros glaciares componiendo el mismo drenaje cuenca de drenaje. Esta clasificación se refiere a 141.857,35 km² de superficie de hielo.

Estos autores concluyen que en relación a los glaciares de la península antártica el 61% de las cuencas son de descarga, el 14% comprende los glaciares de valle, el 7% corresponde a los glaciares de montaña, 4% campo de hielo, 12% casquete glaciar, 1% glaciares de roca y 1% glaciares y campo de nieve. En cuanto a su forma, el 54% son cuencas simples, el 30% cuencas compuestas, el 8% cuencas compuestas tributarias, menos del 1% son témpanos, circos glaciares, nichos y cráteres, y el 8% son inciertas o variadas. La clasificación de las características primarias mostró que el 17% de los glaciares fluctúan, el 30% tienen su desprendimiento, 12% de desprendimiento y lobulado, 6% desprendimiento y expansión, 5% desprendimiento y piedemonte, 2% son lobuladas, 1% expandidas, 1% piedemonte, 2% confluentes, 3% coalescente no contribuyente, 3% desprendimiento de tierra, 1% normal o varios y 17% alimentan una plataforma de hielo. En los rasgos longitudinales, el 50% son en cascada, el 38% uniformes regulares, el 6% interrumpidos, el 3% en cascada de hielo, el 2% salientes y el 1% inciertos o diversos. El hecho de que la mayoría de los glaciares de la Península Antártica sean glaciares de descarga muestra la vulnerabilidad de estas masas de hielo al cambio climático. Un posible cambio en su equilibrio dinámico, por fusión o aceleración del flujo de hielo, por ejemplo, tiende a aumentar su potencial para drenar masa de hielo de una zona elevada, meseta interior, campo de hielo o casquete glaciar hacia el océano o una plataforma de hielo.

Zona de la Península de Trinidad

Para realizar la descripción de la glaciología de la región entorno a la Isla Dundee vamos a tomar como base el trabajo de Ferrigno *et al* (2006) *Coastal-Change and Glaciological Map of the Trinity Peninsula Area and South Shetland Islands, Antarctica*. Según estos autores la zona de la península de Trinidad y las islas Shetland del Sur abarca la parte más septentrional de la península Antártica y las islas adyacentes, y se extiende desde los 60° a 65° de latitud sur, y desde los 52° a 67° de longitud oeste. En un mapa muestran (Figura 219) que la parte septentrional de la Tierra de San Martín, incluidas las costas de Danco, Palmer y Nordenskjöld. Salvo algunas pequeñas zonas de roca expuesta, toda la región está cubierta por hielo glaciar y nieve permanente. A principios de la década de 1970, los rasgos glaciológicos más significativos del lado oriental de la península de Trinidad eran la plataforma de hielo Príncipe Gustavo, entre la península de Trinidad y la isla James Ross, y la parte más septentrional de la plataforma de hielo Larsen, que se extiende hacia el sur desde el cabo Longing. Sin embargo, durante las décadas de 1980 y 1990 se produjo un importante retroceso, que culminó con la desintegración en 1995 de la plataforma de hielo Príncipe Gustavo y la mayor parte de la plataforma de hielo Larsen septentrional (que pasó a denominarse Larsen A) (Vaughan & Lachlan-Cope, 1995). De este modo, el Canal Príncipe Gustavo se hizo accesible a la navegación por primera vez en la historia, lo que permitió a un barco transitar por el canal de norte a sur y seguir adelante para circunnavegar la isla James Ross en febrero de 1997 (Crosbie & Splettstoesser, 1997). Estas plataformas de hielo habían estado presentes desde las primeras visitas a la Península Antártica a mediados del siglo XIX. De hecho,

las investigaciones oceanográficas han indicado que la plataforma de hielo Larsen septentrional probablemente había estado en su lugar desde finales de la época del Holoceno, o durante los últimos 2.500 años (Domack *et al*, 2001). El resto de la costa oriental en la zona del mapa se caracteriza por paredes de hielo, algunas pequeñas plataformas de hielo y numerosos glaciares de salida.

La línea costera del lado occidental de la Península Antártica y las islas adyacentes parece estar compuesta principalmente por paredes de hielo en tierra intercaladas con los frentes de hielo flotante de unas pocas plataformas de hielo muy pequeñas y numerosos glaciares pequeños (para los estándares antárticos) con y sin nombre.

6.1.2.5 Suelos, permafrost y hielo subterráneo

Para este punto tomaremos la caracterización realizada por Silva Busso, Fresina, Velasco & Rey (2009). Estos autores mencionan que más del 98% de la península Antártica está cubierta por hielo y, además, el potencial de las áreas descubiertas para conseguir datos geocriológicos y paleoglaciológicos acerca de la historia medioambiental de la zona del permafrost y del clima es relativamente pobre. Los sectores descubiertos de hielo son lugares clave para el estudio de las condiciones de la formación de permafrost y los procesos criogénicos. En las áreas de acumulación cuartaria, el principal modelador del relieve es y ha sido el proceso glaciario, seguido por el fluvial y el criogénico. Las formas glaciogénicas más extendidas se caracterizan por contener hielos subterráneos, así como casi todos los depósitos presentes. Ello determina la aparición de profundas manifestaciones criogénicas en la superficie. Sobre la base de la correlación estratigráfica de los depósitos morrénicos se estableció una cronología preliminar para el cuaternario en la zona. Así en la isla Vega se distinguieron cuatro estadios de formación de morenas con núcleo de hielo glaciario enterrado que se corresponden con las etapas principales de formación del permafrost singenético desde el último máximo glacial del Pleistoceno Superior.

Geológicamente la sección norte de la península Antártica está compuesta por unidades geológicas distintas: la formación Trinity de edad paleozoica y la formación Monte Flora de edad jurásica (Camacho & Fabre, 1957). La primera está formada por wacke con abundantes capas y venas de cuarzo. Esta formación se observa a lo largo de la costa en este sector de la península Antártica. Al Este existen cuerpos visibles de intrusiones de diabasa olivínica y porfirita. La formación Monte Flora está formada por unidades sedimentarias (lutitas areniscas con plantas fósiles) y volcánicas (tobas multicolores y ceniza volcánica). En el flanco oriental se encuentran afloramientos en forma discontinua en el archipiélago James Ross (Islas James Ross, Cerro Nevado, Vega y Marambio) que corresponden a sedimentos marinos del Cretácico y Terciario y a vulcanitas neógenas (Nelson, 1966; Rinaldi *et al.* 1978). La primera perteneciente a la Cuenca James Ross (Elliot, 1988), que constituye una secuencia homoclinal con una leve inclinación al sudoeste. Estas formaciones son en general muy fosilíferas y el material se halla muy poco consolidado. Las vulcanitas de edad pliocena a pleistocena afloran en distintos niveles en las islas James Ross y Vega, las que se encuentran apoyando en discordancia sobre las sedimentitas cretácicas. Estas rocas anteriores al periodo Cuaternario corresponden a una formación epigenética de la zona del permafrost antártico que se puede caracterizar como permafrost seco.

Las rocas cuartarias en la zona de permafrost corresponden a la formación singenética o permafrost rico en hielo. Ellas se presentan en ambientes complejos tales como depósitos glaciares, fluvioglaciales, aluviales, lacustres, eólicos y de remoción en masa que forman los rasgos principales del paisaje periglacial en los sectores descubiertos de hielo. Generalmente, el relieve

de origen glaciar puede ser diferenciado en distintas unidades: cumbres y pendientes rocosas, morenas laterales y frontales con núcleo de hielo enterrado, morenas de fondo con distintos tipos de hielos subterráneos, terrazas y planicies fluvio-glaciales y sector costero con terrazas y playas marinas.

Los datos climáticos de la península Antártica muestran condiciones favorables para la formación y conservación del permafrost, con una evidente asimetría criogénica Este-Oeste. Con una altura máxima promedio de 2200 m.s.n.m., el eje de la península conforma una barrera orográfica para los vientos húmedos del Oeste, lo que la convierte en un claro límite climatológico. De esta manera quedan definidas dos regiones climáticas características: una región oriental, influenciada por el Mar de Weddell con un clima marcadamente continental y temperaturas medias anuales que van de -5°C a -17°C y una región occidental, influenciada por los vientos húmedos del Mar de Bellingshausen y con temperaturas medias anuales de entre -1°C y -6°C (Reynolds, 1981). El efecto de barrera orográfica de la península Antártica hace que, para una misma latitud, la diferencia de temperatura media anual alcance los 8°C . Según un estudio geocriológico preliminar la isoterma de -4.0°C es el límite, en la península Antártica, entre dos tipos morfológicos del permafrost: el continuo y el discontinuo.

La parte superior del permafrost presenta un manto de suelo activo, superficial, semi-permanentemente descongelado, sujeto a las pulsaciones hielo-deshielo estival. El desarrollo de la capa activa y la formación de los hielos en el periodo de congelamiento estacional están condicionados por los parámetros climáticos y diferentes tipos de suelos relacionados con sistemas hídricos superficiales y el agua suprapermafrost. Según el monitoreo de los procesos de congelamiento–descongelamiento estacional el espesor de la capa activa y el régimen térmico de los suelos superficiales del permafrost es muy variable dependiendo de las condiciones medioambientales de cada sitio.

El congelamiento estacional estable del suelo comienza a fines de febrero a principios de marzo, aunque varía según las condiciones meteorológicas del año. Cuando el índice grado, relación entre días de temperatura positivas y días de temperaturas negativas supera los 200°C d se produce el congelamiento total de la capa activa. El contenido de hielo total se define como porcentaje de todos los tipos de hielo visible formados por agua gravitacional y parcialmente por agua pelicular y de cristalización. En condiciones de congelamiento estacional la formación del hielo subterráneo se establece según tres factores: régimen térmico durante el periodo de congelamiento, composición de suelo y humedad inicial de los suelos clásticos. En la base de la capa activa de material grueso contenido de los hielos subterráneos estivales puede modificarse considerablemente según los cambios de humedad del suelo antes del congelamiento estacional.

En general se observan crioestructuras de contacto o masivas con hielos cemento o poroso. En los niveles inferiores de la capa de congelamiento de los depósitos finos fluvionivales o crio-eólicos se encuentra una criotextura lenticular o laminar con hielos de segregación o infiltración. En la parte superior se observan criotexturas masivas y masivo-porosas, según la humedad inicial.

La asimetría de las condiciones climáticas de la península Antártica predetermina la división del permafrost continuo y discontinuo dependiendo de la temperatura y distribución de los suelos congelados. Para el permafrost continuo existe una temperatura media anual de los suelos por debajo de -3.5°C en una profundidad de amplitud anual cero entre 20-25 metros; para el permafrost discontinuo, una temperatura entre -1.5°C y -3.5°C . El espesor del permafrost puede hallarse multiplicando el valor del gradiente geotérmico teórico del lugar ($1^{\circ}\text{C}/33\text{m}$) por la temperatura en la profundidad de amplitud anual cero. Según Kudriavtsev (1978), la diferencia entre la temperatura media anual del aire y la temperatura en profundidad del suelo con amplitud anual cero es de alrededor de $2.5^{\circ}\text{C}/3.0^{\circ}\text{C}$ en lugares áridos y semiáridos (costa noreste e islas adyacentes) y de alrededor $1.0^{\circ}\text{C}/1.5^{\circ}\text{C}$ en la zona húmeda del sector oeste. De acuerdo con esto, con unas temperaturas medias anuales del aire según registros disponibles de Servicio Meteorológico Nacional. Marambio tendría la base del permafrost a unos 190 - 220 m de profundidad, Esperanza a unos 100-120 m, Matienzo a unos 40 – 260 m, Orcadas a unos 50-70 m y Carlini a unos 20-30 m, aunque este número puede variar según las condiciones superficiales locales.

6.1.2.6 Batimetría

En la Figura 101 se presenta la Batimetría general del extremo norte de la Península Antártica. Puede observarse que la región entorno a la península antártica tiene una profundidad que no excede los 1000 mts. Luego de eso la profundidad aumenta significativamente. La zona del extremo norte de la península posee una mayor profundidad en el espacio entre las Isla Shetland del Sur y la península en sí misma. Esta situación puede observarse entre las islas del extremo norte (Dundee, Joinville, etc.) y la península Tabarín.

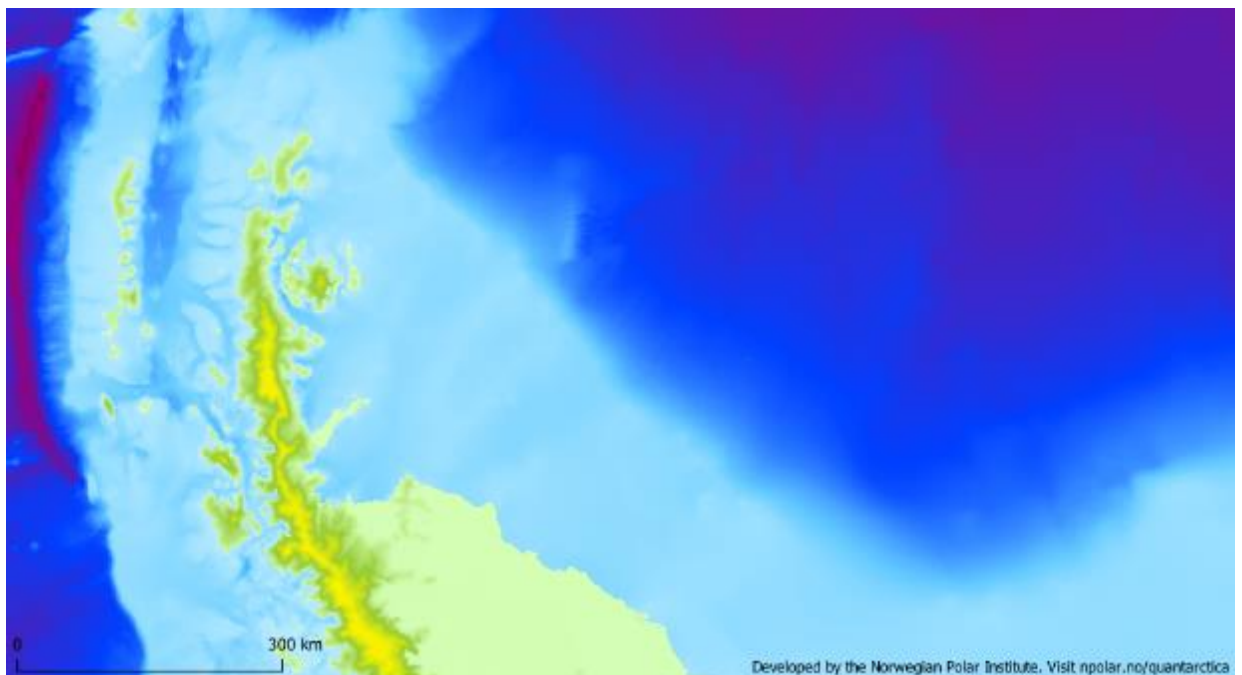


Figura 99: batimetría general del norte de la península antártica (Tomado de Quantárcica 3.2)

6.1.2.7 Hidrología

Para este punto tomaremos la caracterización realizada por Silva Busso, Fresina, Velasco & Rey (2009). Estos autores mencionan que la región norte de la Península Antártica entre los 60° y 64° de latitud aproximadamente conforma un ambiente hidrológico e hidrogeológico, donde la presencia de áreas descubiertas de hielo propicia el desarrollo de redes fluviales y sistemas lacustres. Además, la región se encuentra en zona de permafrost continuo y discontinuo, por lo que los sistemas hídricos presentan características diversas entre sí. En esta región se han elegido varias áreas de estudio que caracterizan un comportamiento hidrológico que puede tipificarse en ambientes particulares y determinar variables regionales.

En el Continente Antártico las áreas descubiertas de hielo se encuentran principalmente en dos regiones: los Valles Secos (Dry Valleys) en Tierra Victoria y el noreste de la Península Antártica (Guglielmin & Dramis, 1999), siendo este último el sector donde se ubica la Base Petrel. Los sistemas hídricos superficiales y subsuperficiales que se desarrollan en estas regiones presentan, al igual que en el Ártico, características particulares de aporte, sustrato y régimen que los diferencia claramente de los que existen en regiones más templadas. En el norte de la Península Antártica entre los 60° y 64° se observa una disminución gradual de las medias termométricas desde la región occidental de la Península hacia la región oriental Reynolds (1981). Desde el punto de vista del cambio global y sus posibles consecuencias sobre la hidrogeología es importante mencionar que la evolución del clima y sobre todo de los valores de temperatura en los últimos años ha sido evaluado por Jones, (1995) verificando un aumento en los valores termométricos medios máximos en el continente Antártico en las latitudes medias y altas. Svarka *et al.*, (1998) realizaron un estudio comparativo de la evolución termométrica y su relación con el calentamiento de la región determinando diferencias apreciables entre las regiones oriental y occidental de la Península Antártica.

El clima de la región noreste de la Península Antártica es subpolar, semiárido y la presencia de agua en superficie se debe principalmente al deshielo. Dada las características climáticas particulares de los ambientes subpolares es conveniente considerar la propuesta de Tolstijin y Kiriujin (1978) que consiste en una clasificación de la hidrogeología fundamentalmente hidroclimática. Los aspectos y procesos criológicos de la región son de importancia en el comportamiento hidrológico superficial y subterráneo. Además, el permafrost, debido a que permanece por debajo del punto de congelación, contiene el agua congelada en los poros de la roca, dificultando el movimiento de agua subterránea. Este constituye un horizonte característico que se comporta como un nivel impermeable (Silva Busso *et al.*, 2000).

La región norte de la Península Antártica posee características climatológicas que se correlacionan con el comportamiento hidrológico superficial y subterráneo de la región. De los aspectos tratados en este capítulo se desprende que la diferenciación climática no es el factor determinante por sí solo y que diversos factores de los ambientes hidrogeológicos poseen una dinámica particular. Debe considerarse que las cuencas en toda la región son normalmente ambientes hídricos mixtos, es decir, que poseen descargas glaciares y una variable importancia de

las precipitaciones (líquida o nívea) y la ablación del permafrost. Esto hace más complejas las metodologías de estudio y de evaluación hidrológica y su relación con las variables climáticas.

Debido al control climático sobre el sistema hidrológico e hidrogeológico de verano las condiciones hacia el oriente y el poniente de la región norte de la Península Antártica son claramente diferenciables y constituyen un primer criterio regional para abordar el análisis. La región oriental de la Península Antártica, con menores temperaturas y escasas precipitaciones, posee características de una zona semiárida subpolar, con glaciares fundamentalmente politermales fríos (Paterson, 1994). En ambientes cuyo principal aporte es la ablación glaciaria (Isla Vega) la dinámica hidrológica puede caracterizarse por una casi exclusiva alimentación superficial de los glaciares y cuyas descargas, en general de varios m³/s, poseen una elevada correlación con la temperatura media de aire.

Los sistemas subterráneos están muy limitados a las áreas cercanas a cauces y cuerpos de agua con escaso desarrollo areal; es probable que el desarrollo de este dependa del ángulo de insolación y orientación (Silva Busso *et al.*, 2003 y Silva Busso, 2003). En las áreas ausentes de aporte glaciario (Isla Marambio/Marambio) y de escasas precipitaciones se pone en evidencia el control de la ablación del permafrost sobre el sistema hidrológico local. La descarga, aunque de poca magnitud, presenta una elevada correlación con la temperatura del suelo. Los acuíferos en esta región se desarrollan suprapermafrost y son libres, aunque están muy limitados por las características del permafrost, la composición química es variable dependiendo de los sedimentos que los contiene (sobre todo en roca clástica). Las posibilidades de desarrollo de acuíferos Infra Permafrost pueden considerarse a partir de la información geofísica se prevén acuíferos de aguas salobres a profundidades superiores a 200 metros. La región occidental de la Península Antártica, con mayores temperaturas y precipitaciones más abundantes que la anterior, posee aún las características de una zona subpolar subhúmeda. Los glaciares son de tipo templado, con descarga superficial y en particular una importante infiltración subsuperficial.

6.1.2.8 Limnología

Este punto lo desarrollamos a partir del trabajo *Limnología en el área norte de la península Antártica* de Haydée Pizarro e Irina Izaguirre (2009). Estas autoras afirman que los glaciares y las precipitaciones, principalmente en forma de nieve, proveen el agua para la mayoría de los lagos antárticos. Aquellos cuerpos de agua que no se congelan hasta el fondo durante el invierno, sino que existe permanentemente una columna de agua líquida por debajo de la capa de hielo, reciben el nombre de lagos. En contraposición, se denomina lagunas antárticas a aquellos cuerpos de agua que se congelan completamente al comenzar la época invernal (Goldman, 1970; Kennedy, 1993).

Los lagos ubicados en las cercanías de bases argentinas son en su mayoría cuerpos de agua someros, cuyas profundidades máximas raramente superan los seis metros. Una excepción la constituyen algunos lagos de origen volcánico de la Isla Decepción, que presentan profundidades mayores. Por encontrarse en la zona de Antártida Marítima, muchos de los cuerpos de agua ubicados cerca de las bases argentinas reciben influencia marina, y su magnitud varía de acuerdo con la proximidad al mar. Esta influencia se debe a la acción directa del rocío marino, y a las

actividades de la fauna (aves y mamíferos). La gran mayoría de estos lagos se descongela a principios del verano austral y permanecen libres de hielo hasta fines de marzo.

En varios estudios se puso de manifiesto que los cuerpos de agua se diferencian según su grado de trofismo básicamente determinado por el grado de influencia de la fauna marina (aves y mamíferos) a la que están expuestos. Los lagos que se encuentran lejos de las zonas de actividades de los animales suelen ser oligotróficos, es decir sus aguas son más transparentes, tienen una baja concentración de nutrientes (nitrógeno y fósforo) y la biomasa del fitoplancton es relativamente menor, aunque las algas adheridas al fondo suelen ser muy abundantes. Por el contrario, aquellos cuerpos de agua que se encuentran próximos a zonas de nidificación o que son frecuentados por animales, tienden a eutrofizarse debido al ingreso de nutrientes, ya sea en forma directa o por escurrimiento superficial. Estos lagos son más turbios y tienen un mayor desarrollo de algas fitoplanctónicas, mientras que las algas bentónicas pueden estar limitadas por la disponibilidad de luz que les llega.

Las cadenas tróficas de los lagos antárticos son relativamente simples. Están compuestas por dos o tres niveles tróficos planctónicos y carecen de peces. El metazooplancton, representado generalmente por crustáceos y rotíferos, se halla en la cima de la cadena trófica (Hansson y Tranvik 1996). Por ese motivo, los componentes de la trama trófica microbiana son de gran importancia en el plancton lacustre de lagos antárticos (Butler 1999).

Los cuerpos de agua lóticos (comúnmente denominados “arroyos”) que se encuentran en la Península Antártica son de diferentes tipos según su origen. Los arroyos de origen glaciar son alimentados por agua de deshielo procedente de los glaciares, en tanto que los efluentes de lagos o lagunas, son los que vierten agua desde esos sistemas hacia otro cuerpo de agua o hacia el mar. Se pueden observar también zonas en donde el agua fluye proveniente de bancos de hielo o nieve. Estos últimos cuerpos de agua no presentan un cauce propio en general, en tanto que los arroyos de origen glaciar y los efluentes de lagunas, suelen presentar una cuenca bien formada, producto de años de erosión y modelado del paisaje.

En la Península Antártica, se realizaron diferentes estudios en arroyos de diversos orígenes y características generales. Se estudiaron sus aspectos morfométricos y físico-químicos y su rol funcional en el paisaje general de cada región. En todos los casos, el epilíton fue la comunidad biológica que recibió atención en su estudio debido a la magnitud de su desarrollo. En estos cuerpos de agua, la fracción autotrófica del epilíton representa el principal componente productor.

6.1.2.9 Situación biológica del Norte de la Península

En este punto se va a describir de manera general los componentes biológicos presentes en la región del norte de la Península Antártica. En lugar de optar por una descripción detallada y pormenorizada de las especies, poblaciones y comunidades presentes vamos a mencionar los valores de conservación general del área. El primer eje por el que empezaremos a describir la zona de la Base Petrel es la de los Dominios Ambientales (Morgan *et al*, 2007). Puede observarse en la Figura 100 que en el norte de la Península Antártica se encuentran diversos dominios ambientales. En esta zona se ubican el Dominio A (Geológico del norte de la Península Antártica), el Dominio B

(Geológico de las latitudes medias septentrionales de la Península Antártica), el Dominio E (Península Antártica, isla Alexander y los principales campos de hielo y glaciares de otras islas), el Dominio F (Barrera de hielo Larsen) y el Dominio G (Islas cercanas a la costa de la Península Antártica).

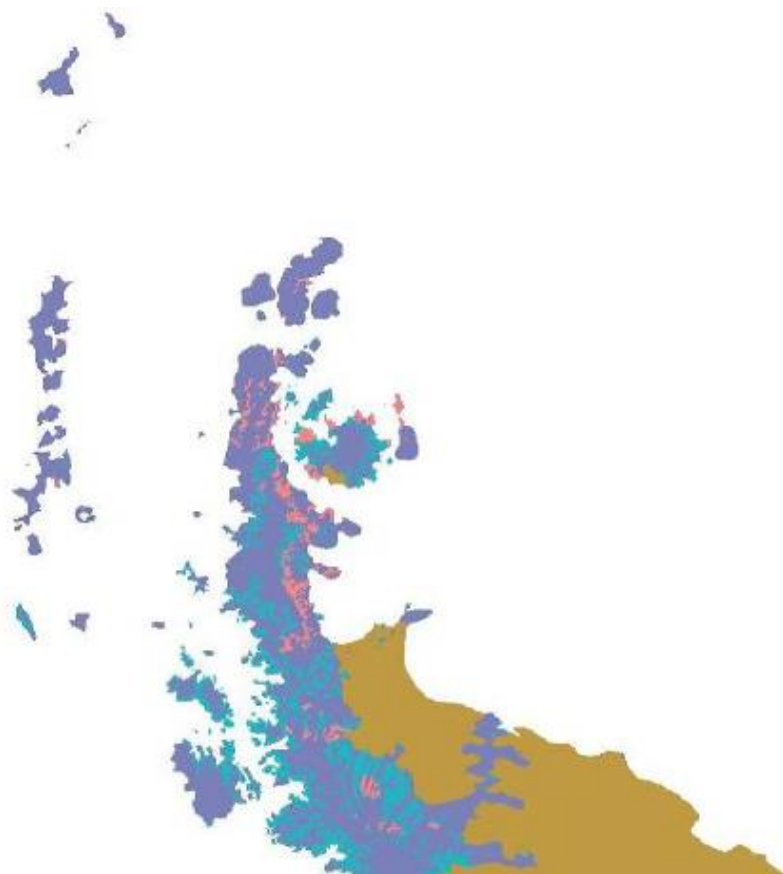


Figura 100: vista de los dominios ambientales presentes en el norte de la Península Antártica. Tomado de Morgan et al (2007)

La presencia de numerosos dominios en un sector acotado es casi única y no se encuentra en otros sectores de la Antártida. Esto pone de manifiesto que esta heterogeneidad de ambientes está asociada a la elevada diversidad de especies y por lo tanto su valor de conservación significativo. Esta situación puede comprobarse por el elevado número de áreas protegidas que hay en la zona (aunque en parte esto se deba a la cercanía con las numerosas bases presentes). En total entre estos dominios se encuentran 33 ZAEPs y 6 ZAEAs, lo que brinda a este sector un importante grado de protección a sus ambientes terrestres. En la figura 101 puede observarse la distribución de las ZAPEs en el extremo norte de la Península Antártica.

Tomando en cuenta las variables usadas por Morgan *et al* (2007) para establecer los dominios ambientales, podemos establecer que el extremo norte de la península antártica se caracteriza por tener los mayores promedios anuales de temperatura del aire, el más acotado rango anual de temperatura es una zona de vientos fuertes, es la región que mayor promedio de radiación solar recibe, posee en porcentaje la mayor superficie libre de hielo, entre otros rasgos. La isla Dundee

por lo tanto ubicada frente al extremo norte de la península posee los valores extremos que caracterizan a esta región, por lo tanto.

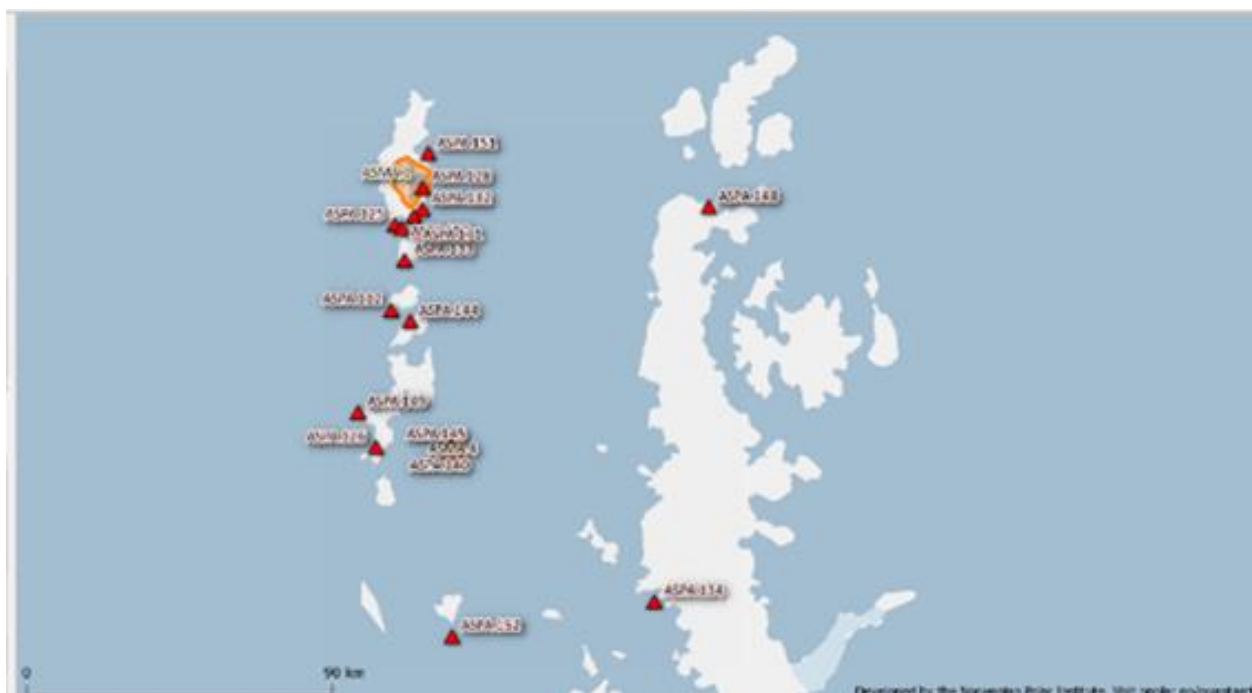


Figura 101: vista de la ubicación de las ZAEPs (ASPAs) en el Norte de la Península Antártica. (Tomado de SCAR ADD)

Si observamos la zona desde el punto de vista de la riqueza de especies marinas, podemos observar que la región del norte de la península antártica tiene una importancia significativa, tanto para su conservación como para la investigación, dado que es la región con valores más elevados de riqueza de especies. En la Figura puede observarse número total de todas las especies marinas de los registros de distribución de SCAR-MarBIN encontradas en cada cuadrícula de 3° de latitud por 3° de longitud donde se determinó que precisamente la zona de la Base Petrel se encuentra en el sector de mayor riqueza.

La situación mencionada en el párrafo anterior establece que la región de la Base Petrel tiene importancia desde el punto de vista de los ecosistemas terrestres como así también desde los ecosistemas marinos. Es por ese motivo que además de las medidas de protección establecidas mediante la creación de ZAEPs también se busca la protección de esta región mediante la creación de áreas marina protegidas (AMPs). Las AMP son una estrategia de gestión de zonas ampliamente reconocida para mejorar la salud de los ecosistemas. Pueden reducir el impacto acumulativo de los factores de estrés en los ecosistemas oceánicos, favorecer la conectividad espacial ecológica, proteger hábitats clave y la biodiversidad, mantener la función de los ecosistemas y proporcionar resiliencia frente a la variabilidad e incertidumbre medioambientales.

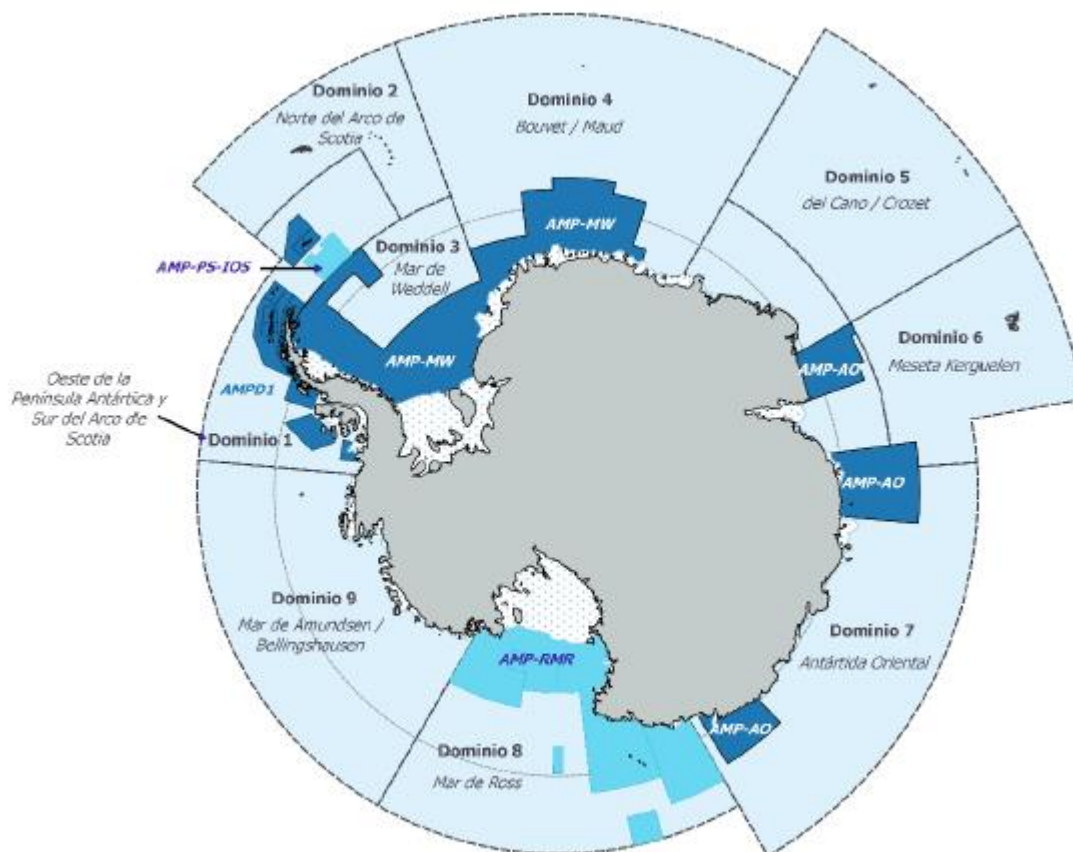


Figura 102: Dominios de planificación y AMPs en el Área de la Convención. En turquesa las AMPs adoptadas por la CCRVMA (plataforma sur de las Islas Orcadas del Sur, AMP-PS-10S; y región del Mar de Ross, AMP-RMR). En azul oscuro las AMPs propuestas que aún no han logrado consenso (Mar de Weddell AMP-MW; Antártida Oriental AMP-AO; Dominio 1 AMPD1). Tomado de Capurro, A. P. (2019). Áreas marinas protegidas en Antártida: análisis de criterios para su designación, con énfasis en la región de la Península Antártica.

La región de la península Antártica es una de las zonas más productivas del océano Antártico, con el 70 por ciento de la distribución circumpolar de krill y numerosos puntos calientes de biodiversidad (o zonas de valor biológico excepcional), incluida una abundancia de ballenas, focas y aves marinas que se alimentan principalmente de krill. Sin embargo, la alta productividad de la zona también da lugar a la mayor cantidad de capturas de la pesca de krill. Durante los últimos 20 años, estas capturas se han concentrado cada vez más en regiones costeras muy pequeñas durante los periodos sensibles de cría y alimentación de los depredadores del krill. Aunque la industria pesquera del krill está regulada por la CCRVMA, es precisamente esta concentración de las capturas pesqueras en el espacio y en el tiempo la que puede ejercer una presión excesiva sobre los depredadores del krill y las regulaciones que no son lo suficientemente cautelares pueden estar afectando negativamente a estas especies.

A principios de la década de 2000, la CCRVMA estaba avanzando en el trabajo sobre AMP mediante la realización de estudios de biorregionalización circumpolar (que identifican áreas prioritarias para la conservación) y la subdivisión del área de la Convención en nueve Dominios de Planificación (o dominios) para fines de gestión de AMP. En 2011, dada la continua actividad de Argentina y Chile en la región, organizaron conjuntamente un taller técnico internacional sobre

AMP para el Dominio 1 (Península Antártica Occidental y Arco de Scotia del Sur) que fue rápidamente aprobado por la Comisión y constituiría la piedra angular de la propuesta de AMP binacional. A partir de ese momento, Argentina y Chile (los proponentes) se comprometieron a liderar el desarrollo del AMP del Dominio 1 (AMPD1, Figura 102).

Si la CCRVMA la adopta colectivamente, la AMPD propuesta protegerá la delicada biodiversidad de la región ahora y en el futuro. Sus aproximadamente 650.000 kilómetros cuadrados salvaguardarían una amplia gama de hábitats marinos y procesos ecosistémicos que sustentan zonas de alta productividad; criaderos de krill; zonas de desove y reclutamiento de peces (especialmente de aquellas especies sobreexplotadas en el pasado); puntos calientes para pingüinos, focas y ballenas durante la reproducción y la alimentación; y hábitats únicos como los montes submarinos -montañas submarinas que albergan diversas especies y sustentan pesquerías sostenibles. Mediante una combinación de estrategias de gestión con y sin pesca (Zona de Pesca de Krill y Zona de Protección General, respectivamente), la D1MPA permite el uso racional de los recursos marinos y el establecimiento de zonas de referencia científica para aumentar nuestra comprensión de los efectos combinados de las actividades pesqueras en una región plagada de incertidumbres medioambientales.

Analizando la región de la Base Petrel desde otras herramientas de conservación podemos también observar su importancia. Vamos primero a mencionar lo relacionado con las Áreas de Importancia para la Conservación de la Aves (AICAs). La identificación de zonas antárticas fundamentales para las aves tiene sus raíces en los esfuerzos del Subcomité de biología de las aves del Comité Científico de Investigación Antártica (SCAR), que buscaba recopilar datos sobre la distribución y abundancia de las especies de aves antárticas ya en la década de 1980. Los criterios de selección aplicables a la Antártida fueron convenidos en Tokio, Japón, en el año 2000, a partir de los criterios de designación de AICAs establecidos por BirdLife que se utilizan en el resto del mundo. Luego, el SCAR y BirdLife International organizaron talleres, mediante los cuales se formuló un primer listado de AICAs.

La lista de AICAs presentada identifica 204 zonas de reproducción que cumplen con los criterios mundiales para definir AICAs en la Antártida (Figura 102). Los informes de sitios incluidos en el informe completo (Harris et al., 2015) describen las especies que habitan en cada AICAs, así como las características principales del medioambiente, otras formas de vida silvestre del lugar y los posibles problemas de conservación, y refieren a datos y descripciones adicionales. Los informes de sitios incluyen mapas que muestran los límites de las AICAs en su contexto local, incluidas las características físicas importantes, las estaciones de investigación cercanas y las áreas protegidas en las inmediaciones, y también refieren a bibliografía pertinente. Puede observarse en la Figura 105 la densidad de este tipo de zonas en el norte de la península Antártica lo que nuevamente muestra el elevado valor biológico de esta región.

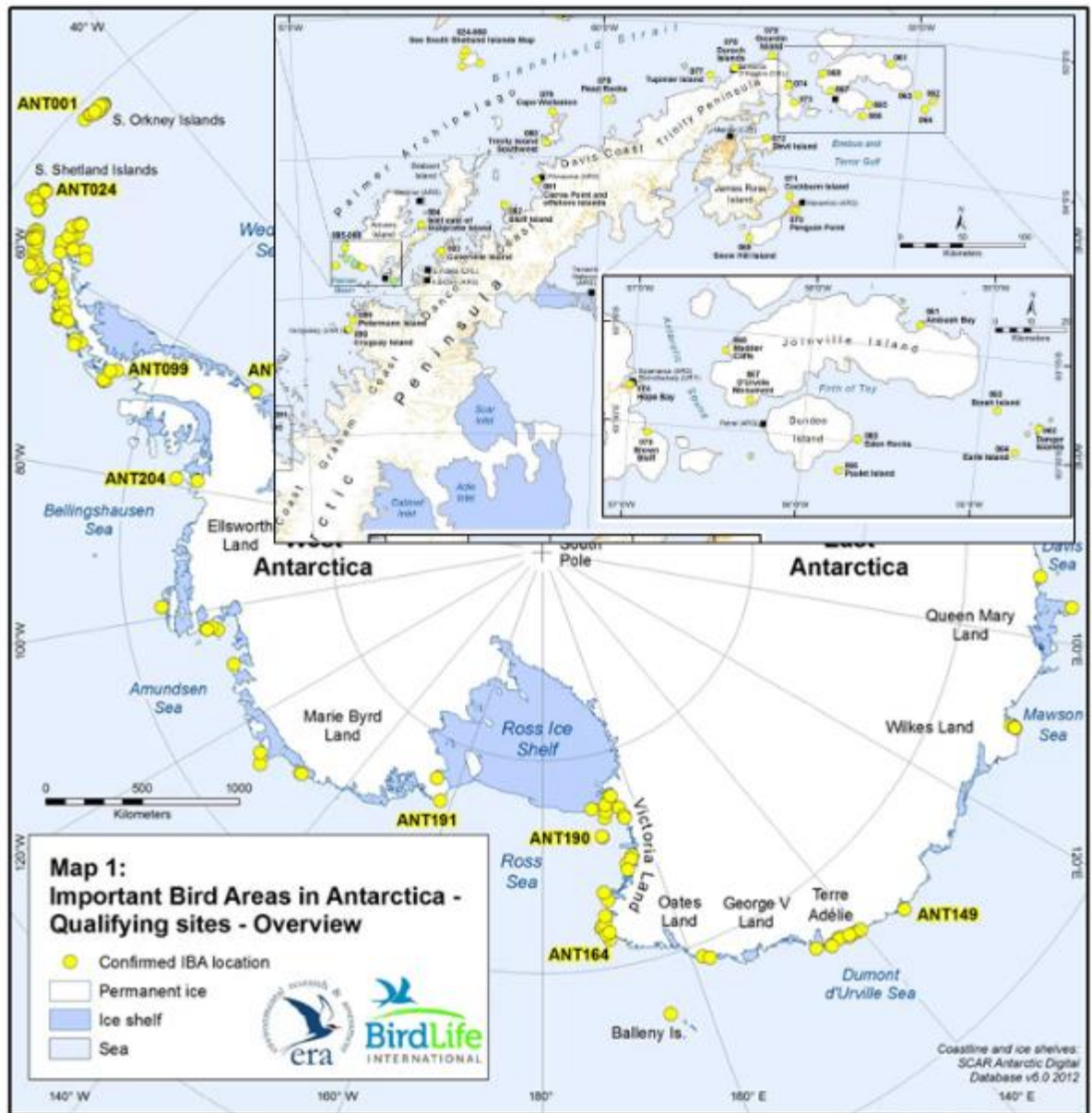


Figura 103: mapa con la ubicación de las Zonas de Importancia para las Aves en Antártida (tomado de Harris et al, 2015).

Por último, vamos a mencionar que la región que venimos analizando (norte de la península antártica) posee también un valor elevado en relación con la conservación de los mamíferos marinos. Las Áreas Importantes para los Mamíferos Marinos (IMMAs) (Corrigan et al, 2014) se definen como porciones discretas de hábitat, importantes para las especies de mamíferos marinos, que tienen el potencial de ser delimitadas y gestionadas para su conservación. Las IMMAs consisten en zonas que pueden merecer una protección y/o un seguimiento basado en el lugar. Importante en el contexto de la clasificación de las IMMAs se refiere a cualquier valor perceptible, que se extiende a los mamíferos marinos dentro de la IMMAs, para mejorar el estado de conservación de esas especies o poblaciones. Se puede observar en la Figura 104 que la zona de la península antártica tiene asociada una IMMA.

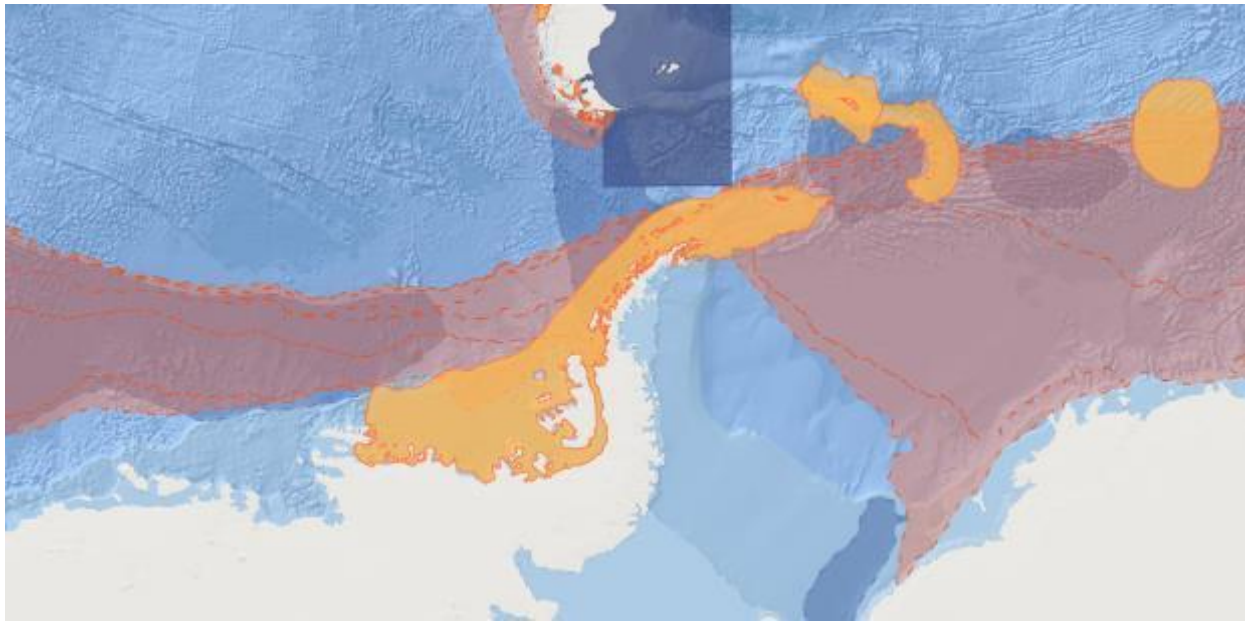


Figura 104: mapa donde se visualiza la ubicación de la IMMA contigua a la Península Antártica.

Si hacemos un análisis regional más detallado, se puede establecer a partir del trabajo de Capurro (2019) que la zona norte de la península es una región sumamente significativa para las aves y los mamíferos. Pueden observarse en las figuras 105, 106 y 107 pueden observarse la intensidad de uso en diferentes situaciones. En todas ellas la región del extremo de la península (donde se ubica la Base Petrel) posee altos valores.

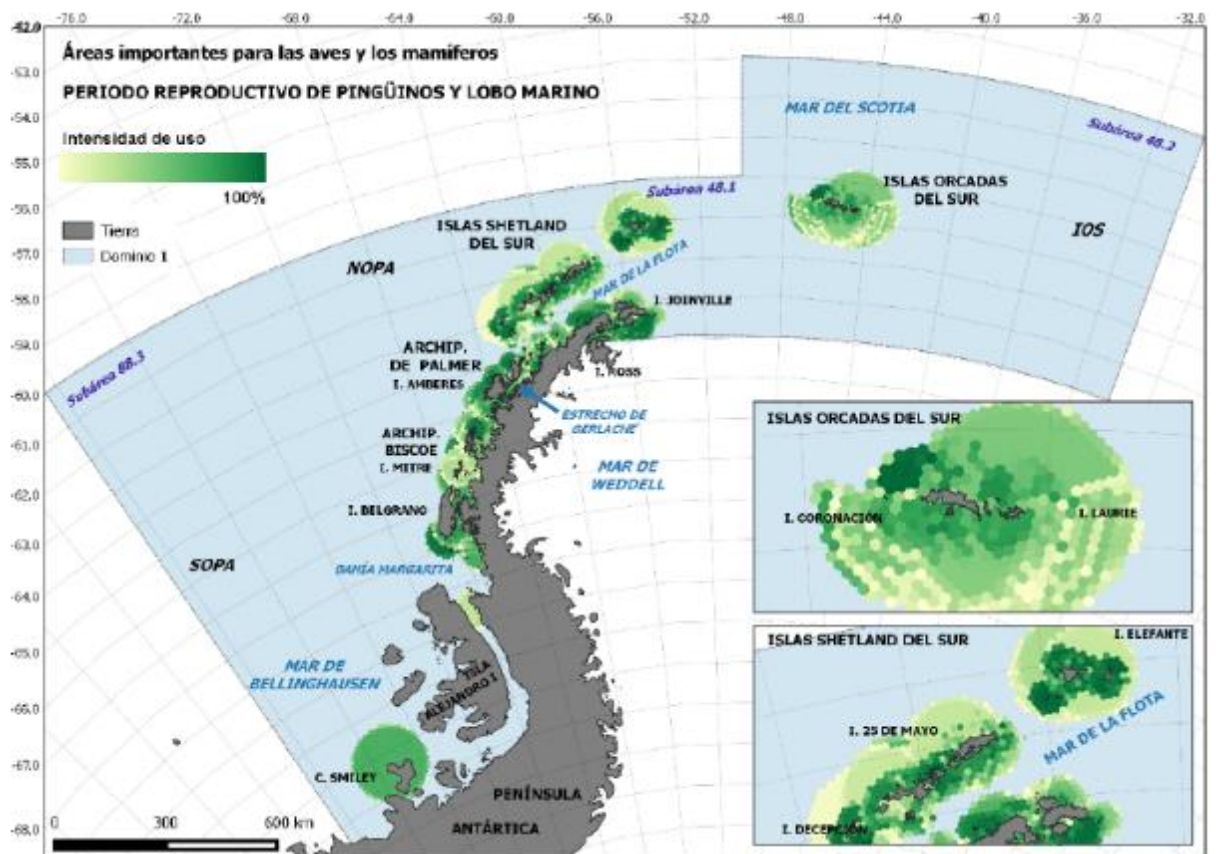


Figura 105: Distribución espacial e intensidad de forrajeo reproductivo para predadores (Reproducido de Capurro, 2019).

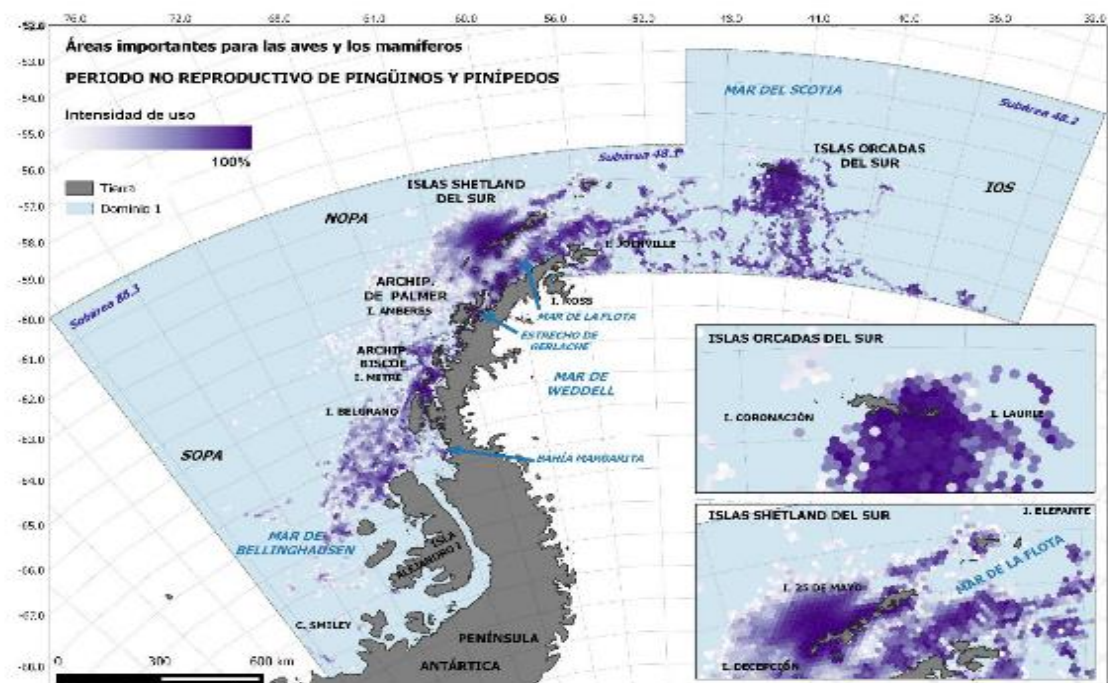


Figura 106: Distribución espacial e intensidad de forrajeo no reproductivo para pingüinos y pinnípedos (tomado de Capurro, 2019).

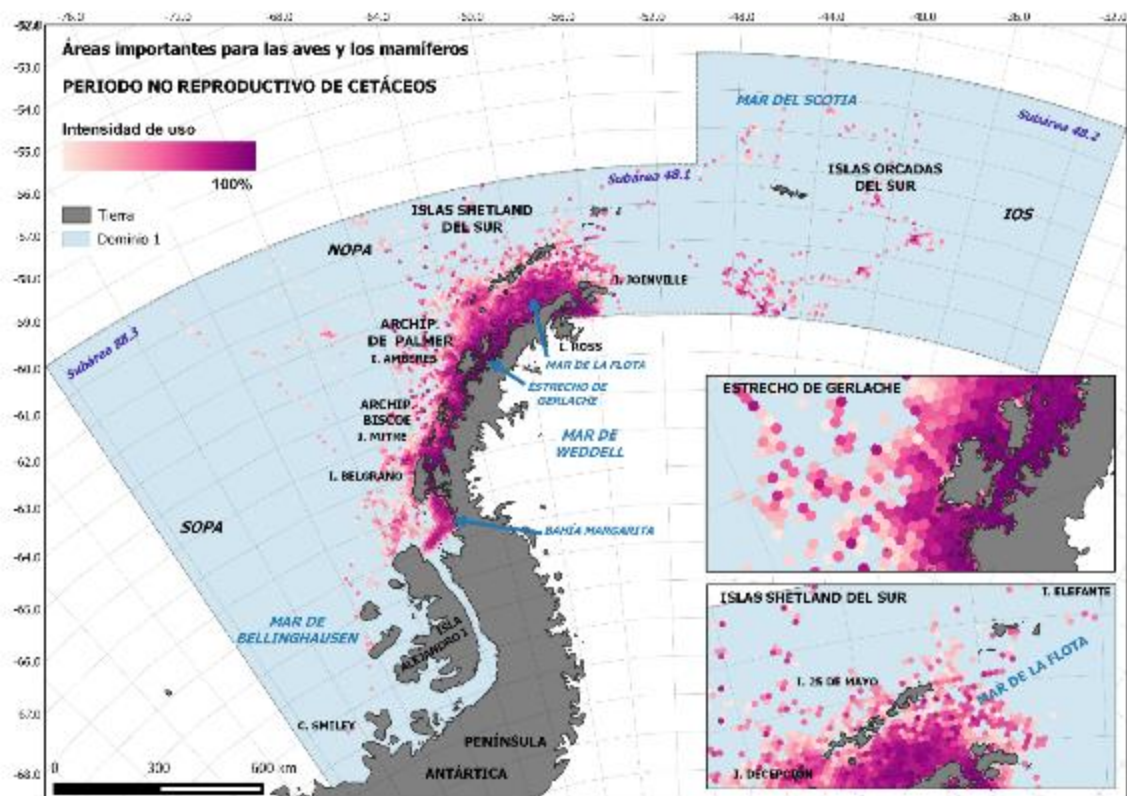


Figura 107: Distribución espacial e intensidad de forrajeo no reproductivo de cetáceos (tomado de Capurro, 2019).

6.1.3 Análisis Local

En este punto vamos a analizar las cuestiones ambientales a nivel local, centrándonos en la Isla Dundee y en especial en el Cabo Welchness. Dado que la Base Petrel ha estado cerrada por muchos años está claro que hay ausencia de registros de datos ambientales de largo plazo, por ese motivo es importante tener en cuenta que lo que se va a describir es el estado de los componentes naturales del lugar a partir de la información disponible, teniendo en cuenta que la modernización de la base permitirá retomar la investigación en el extremo norte de la península antártica.

6.1.3.1 Climatología Local

Esta sección está basada en los datos observados en la estación meteorológica Base Petrel, la cual ha sido operada por personal de la Armada Argentina y los datos han sido procesado por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN)¹³. No posee datos entre noviembre de 1971 y agosto de 1972 y en diciembre 1972. Entre enero 1973 y enero 1974 no posee información de precipitaciones. Si bien el plan de labor es de 3 hs, la información digitalizada corresponde a las 00 UTC, 06 UTC, 12 UTC y 18 UTC. Por otra parte, las libretas disponibles corresponden a los años 1973 a 1976.

Temperaturas Extremas

¹³ Los datos meteorológicos fueron analizados por el personal del SMN.

La onda anual de temperatura máxima media se caracteriza por valores positivos en el período comprendido entre noviembre y febrero, presentando el máximo en el mes de diciembre (2.7°C). Mayo y junio presentan los valores medios más bajos, del orden de -9°C. Considerando la variabilidad año a año se han observado años con temperaturas medias mensuales de -12.7°C (mayo 1967 y junio 1969). Por otra parte, el mes más cálido que se ha observado fue febrero de 1974 que se caracterizó por una temperatura máxima de 4°C.

Con respecto a la temperatura mínima media mensual, la misma resulta negativa a lo largo de todo el año. Los meses de diciembre y enero son los que presentan los mayores valores, -2.2°C y -2.7°C respectivamente. Entre mayo y agosto se ubica por debajo de -17°C, siendo el mes de junio el más frío con -18.1°C. El valor más bajo registrado fue de -23.2°C correspondiente al mes de julio de 1976, el tanto el valor más alto fue de -0.7 en diciembre de 1974.

Tabla 34: Temperatura máxima y mínima mensual (°C). Petrel 1967-1976.

Variable		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura máxima	Media	1.6	1.2	-1.1	-5.1	-9.2	-9.1	-7.9	-7.3	-4.1	-0.2	0.9	2.7	-3.1
	Máximo	3.0	4.0	1.3	-2.1	-3.4	-2.3	-3.7	-4.3	-1.1	2.1	2.5	3.4	-2.3
	Año	1970	1974	1967	1968	1976	1971	1970	1967	1970	1975/76	1970	1969	1970
	Mínimo	0.6	-1.3	-3.6	-8.3	-12.7	-12.7	-14.9	-12.6	-9.5	-4.6	-1.2	1.4	-4.4
	Año	1969	1969	1968/69	1974	1967	1969	1976	1975	1973	1969	1967	1975	1975
Temperatura mínima	Media	-2.6	-3.9	-7.9	-12.9	-17.7	-18.1	-17.4	-17.2	-13.6	-7.6	-4.9	-2.2	-10.5
	Máximo	-1.3	-1.5	-3.2	-10.1	-10.9	-13.8	-12.2	-14.0	-9.6	-4.3	-1.8	-0.7	-9.7
	Año	1975	1974	1974	1968	1976	1971	1970	1967	1970	1976	1976	1974	1970
	Mínima	-3.9	-6.5	-13.1	-15.5	-22.0	-22.6	-23.2	-20.6	-18.6	-13.0	-9.5	-3.7	-11.9
	Año	1973	1969	1969	1969	1967	1969	1976	1975	1973	1969	1967	1967	1969

Con respecto a los extremos diarios, en la Tabla 35, se presentan los valores para cada uno de los meses. La temperatura máxima absoluta fue de 12.1°C, registrada en el 6 de febrero de 1975, en tanto que la mínima se registró el 23 de agosto de 1974 y fue de -31.5°C.

Tabla 35: Temperaturas extremas diarias (°C). Petrel 1967-1976

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Mínima absoluta	-8.1	-14.9	-16.8	-25.4	-27.6	-29.6	-30.8	-31.5	-29.8	-24	-17.4	-11.2	-31.5
Máxima absoluta	9.8	12.1	11.4	6.6	8.5	5.6	8.0	6.9	6.4	10.3	8.1	10.1	12.1

La amplitud térmica diaria (diferencia entre temperatura máxima y mínima) media es mínima en enero (4.2°C) y alcanza los mayores valores en el período invernal. Entre abril y octubre presenta valores mayores a 7°C, y entre julio a septiembre supera los 9°C. Diariamente estos rangos se amplifican, y es más notorio en los meses de mayo a septiembre. Excepcionalmente la amplitud térmica diaria puede superar 25°C (6 casos). El máximo registrado fue de 30.5°C y correspondió al 20 de julio de 1968 cuando la temperatura máxima fue de -0.3°C y la mínima de -30.8°C.

Tabla 36: Amplitud térmica máxima diaria (°C). Petrel 1967-1976

Variable		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Amplitud térmica	Media	4.2	5.1	6.9	7.8	8.5	8.9	9.5	9.6	9.4	7.3	5.8	4.9	7.3
	Máxima diaria	11.5	15.0	17.9	22.1	29.5	26.0	30.5	27.0	24.3	20.8	16.9	13.4	30.5

La Tabla 37 presenta la frecuencia media, máxima y mínima de días con temperaturas máximas y mínimas superiores a 0°C. En el caso de la temperatura máxima la frecuencia media es máxima en diciembre con 27 días, siguiéndole enero con 22.1. Las mínimas frecuencias corresponden al período de mayo a agosto con menos de 8 días. En el caso de la temperatura mínima, la frecuencia disminuye notoriamente con una frecuencia media de 2 a 3 días en los meses de noviembre a marzo. Entre abril y septiembre el valor es menor a uno indicando que sólo en algunos años se han dado días con mínimas mayores a cero.

Tabla 37: Frecuencia de días con temperaturas máximas/mínimas mayores a 0°C

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura máxima	Promedio	22.1	17.0	13.6	9.0	4.1	6.4	7.6	6.3	10.8	18.2	19.6	27.0	158.5
	Máxima	28	27	21	14	10	12	14	11	19	26	23	30	189
	Año	1970	1974	1973	1975/1976	1976	1971	1970	1967	1970	1975	1976	1974	1970
	Mínima	16	10	8	3	0	1	1	1	4	7	15	23	123
	Año	1973	1969	1969	1974	1973	1973	1976	1975	1971	1969	1974	1975	1969
Temperatura mínima	Promedio	2.5	3.3	2.7	0.7	0.4	0.3	0.0	0.0	0.2	1.4	2.2	2.7	16.7
	Máxima	7	9	8	2	2	1	0	0	1	5	8	6	31
	Año	1975	1974	1973	1973	1974	1970/71/74	-	-	1968/74	1976	1976	1974	1974
	Mínima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	Año	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1969

La Figura 108 muestra la onda anual de temperatura máxima (izq) y mínima (der) para el período 1967/1976 en las tres estaciones. Se debe considerar que en Marambio los promedios son 1971/1976. Comparando la onda anual de temperatura en Petrel con las correspondientes a Marambio y Esperanza se observa que los valores medios mensuales presentan el mismo comportamiento en las tres estaciones, siendo Marambio la que presenta temperaturas más bajas y Esperanza las más altas. La temperatura máxima entre Esperanza y Petrel presenta diferencias en general menores a 1°C, siendo mayo y junio los meses con mayor diferencia (1.6°C y 1.8°C, respectivamente). En el caso de las mínimas el período con mayores diferencias se extiende entre mayo y agosto, con diferencias superiores a 2.5° en mayo y junio. En el caso de Marambio las diferencias se marcan a lo largo de todo el año siendo las mayores en los meses de abril y septiembre cuando en Marambio se da un cambio más abrupto en las temperaturas.

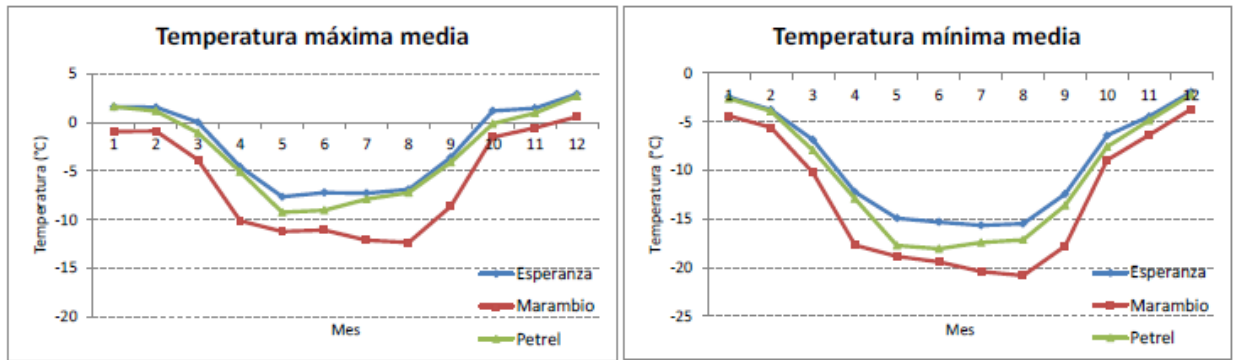


Figura 108: Onda anual temperatura máxima (izq) y mínima (der) en Petrel, Marambio y Esperanza

Comparando los valores medios mensuales del período 1967-1976 con los de la década 2001-2010 se observa un aumento en las temperaturas tanto en Esperanza como en Marambio (Figura 109), especialmente en los meses de enero y febrero, abril, mayo, agosto y septiembre. En octubre, contrariamente se observó un leve enfriamiento.

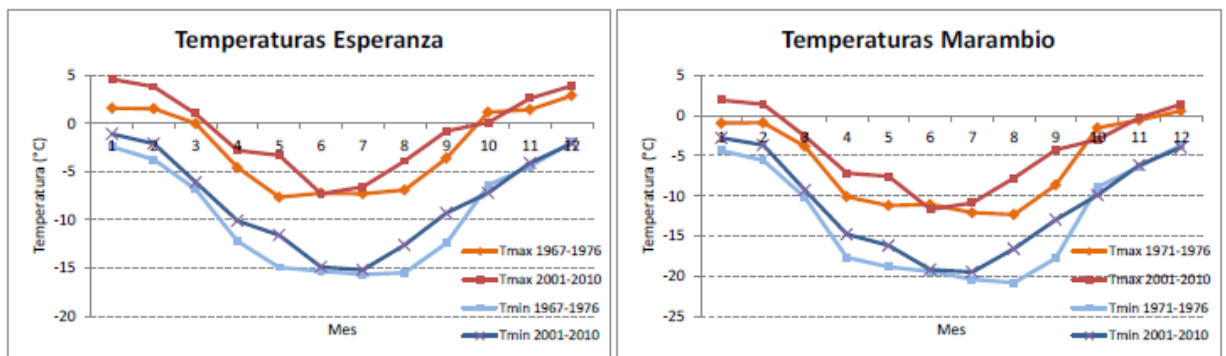


Figura 109: Comparación de la onda anual en Esperanza (izq) y Marambio (der) entre los períodos 1967-1976 y 2001-2010

Analizando la serie anual de temperaturas extremas en Marambio desde 1971 a 2010 se encuentra una tendencia positiva de $0.4^{\circ}\text{C}/10$ años en la temperatura mínima y de $0.6^{\circ}\text{C}/10$ años en la temperatura máxima. En Esperanza los valores son de $0.3^{\circ}\text{C}/10$ años y $0.5^{\circ}\text{C}/10$ años, respectivamente. Estos resultados tienen un nivel de significancia mayor al 95% excepto en la temperatura mínima en Esperanza que es del 90%.

Mensualmente si bien las tendencias son positivas, excepto en octubre, en general no son significativas. Se destaca las tendencias en el mes de enero que para ambas estaciones y parámetros son positivas y significativas al 95%, y las tendencias en la temperatura máxima en agosto que presentan el mismo comportamiento. Luego sólo en Marambio en febrero se tiene una tendencia positiva significativa en la temperatura máxima.

La correlación entre los valores diarios de temperaturas en las tres estaciones es superior a 0.9. En el período más reciente se mantiene una alta correlación entre las temperaturas en Marambio y Esperanza, por lo tanto, es altamente probable que en Petrel también se haya observado un aumento en las temperaturas, particularmente en enero en ambos parámetros y en agosto sólo en la temperatura máxima. La disminución en las temperaturas podría ser factible en octubre, pero una magnitud pequeña, que no presente tendencia significativa. El aumento en las temperaturas

en la Península Antártica ha sido señalado en trabajos como el de William L. Chapman & John E. Walsh (2007) y Vaughan *et al.* (2001).

Con respecto a la frecuencia de días con temperaturas mayores a cero, se observa un comportamiento similar entre lo observado en Petrel y Esperanza, por lo tanto, se espera que en Petrel en el período más reciente haya un aumento de la cantidad de días con temperaturas por sobre cero, tal como se registró en Esperanza. Se observa el marcado aumento en la frecuencia de días con temperatura mínima mayor a cero durante los meses de enero y febrero. En temperatura máxima, son marcadas las diferencias de enero a mayo y no hay cambios o son mínimos en junio, julio y octubre a diciembre.

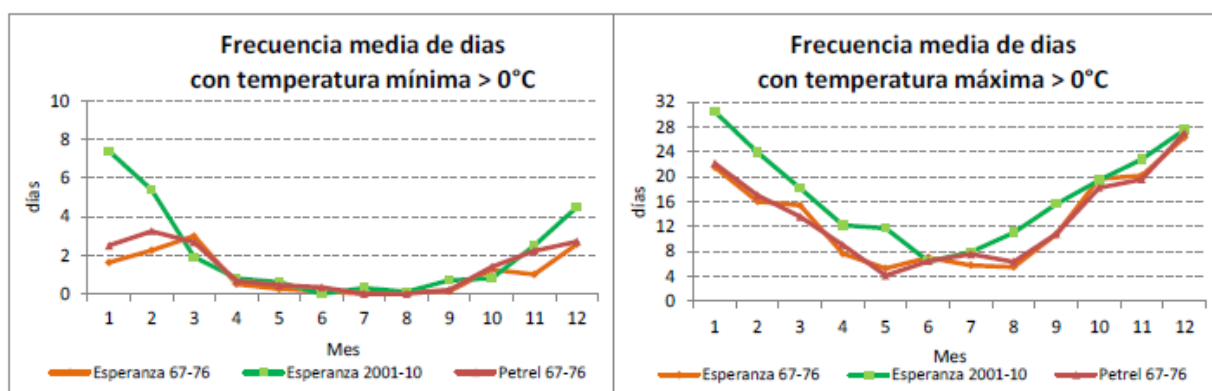


Figura 110: Frecuencia media de días con temperaturas mínimas (izq) y máximas (der) superiores a 0°C, en Esperanza para los períodos 1967-1976 y 2001-2010 y Petrel 1967-1976.

Precipitación

La precipitación en la Antártida es un parámetro complejo de medir pues se ve muy afectado por los intensos vientos, lo que dificulta discriminar entre lo que precipita y lo que es depositado por el viento. No obstante, y a modo orientativo la Figura 112 muestra el comportamiento medio a lo largo del año de la precipitación en Petrel.

Viento

La dirección más frecuente del viento máximo diario es del sur durante los meses de enero a julio, noviembre y diciembre (Tabla 38). Durante el trimestre agosto-octubre es más frecuente la dirección NW. Anualmente la frecuencia de vientos del S es mayor al 25%, siguiendo NW, N y SE (Figura 111 izq). En cuanto a la intensidad del viento máximo diario las mayores frecuencias corresponden a intensidades entre 40 y 60 km/h (Figura 111 der). Velocidades superiores a 100 km/h se registraron en el 2.5% de los casos. Los casos extremos registrados fueron: viento del sector N a 176 km/h el 26 junio de 1969, N a 167 km/h el 30/09/1968 y N a 157 km/h el 05/03/1969.

Tabla 38: Frecuencia relativa mensual de la dirección del viento máximo (%).

Dirección	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
NNE	1.2	1.8	4.0	1.5	2.5	3.3	2.2	6.1	4.4	1.9	2.6	3.7
NE	6.1	6.7	6.1	5.2	6.9	6.3	6.6	5.0	7.1	6.8	7.1	9.2
ENE	4.0	5.3	0.0	3.0	2.5	1.5	3.3	4.0	3.1	1.6	4.1	2.8
E	8.1	4.0	4.7	3.4	4.0	4.4	1.8	2.2	2.0	2.3	2.6	4.6
ESE	1.6	0.9	0.7	1.9	1.8	3.3	3.7	4.0	0.7	0.3	1.1	1.8
SE	4.0	11.1	9.7	8.6	14.9	14.8	18.3	13.7	8.5	5.8	3.0	4.1
SSE	4.0	2.7	5.1	14.9	12.0	14.8	6.6	8.3	3.7	2.6	4.5	5.5
S	33.6	25.3	28.2	25.4	27.5	19.6	18.3	14.7	15.3	19.5	22.8	31.3
SSW	8.5	2.7	2.2	3.0	3.3	0.7	0.7	1.1	2.7	1.9	3.7	3.7
SW	10.1	8.9	5.1	3.0	4.3	1.5	2.9	4.0	2.7	2.6	6.7	6.5
WSW	1.6	1.8	1.1	0.7	0.7	0.4	0.0	0.0	0.0	1.3	0.7	1.4
W	0.0	1.8	0.4	0.4	1.8	1.1	0.4	2.2	1.0	4.5	0.4	0.5
WNW	0.4	1.8	1.4	1.5	2.5	3.0	3.3	3.2	3.1	6.2	6.7	0.0
NW	5.7	14.2	14.1	14.6	7.2	17.0	16.5	16.9	23.8	24.4	16.4	11.1
NNW	0.8	3.6	7.6	4.5	2.5	3.7	4.0	1.8	8.5	8.4	4.9	3.2
N	10.1	7.6	9.7	8.6	5.4	4.4	11.4	12.9	13.3	9.7	12.7	10.6

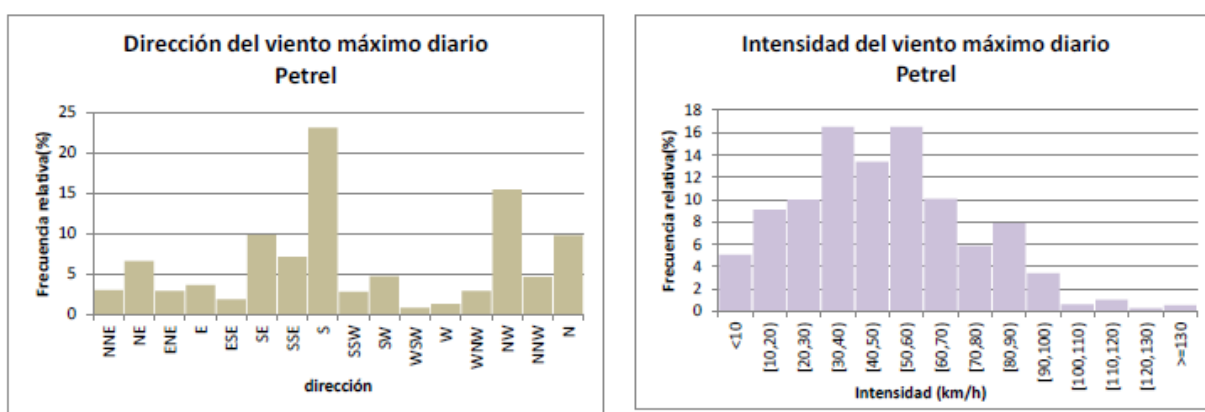


Figura 111: Frecuencia relativa anual de la dirección (izq) e intensidad (der) del viento máximo diario

Anualmente, el viento a las 12UTC y 18UTC, presenta un comportamiento similar tanto en intensidad como en dirección. Las calmas representan alrededor del 20% de los días y las mismas son más frecuentes entre los meses de mayo a noviembre. Enero y febrero son los meses en los cuales en ambos horarios es mínima la frecuencia de calmas.

Sin considerar las calmas, en más del 30% de los casos la velocidad del viento es menor a 10 km/h, en el rango de 10 km/h a 40 km/h la frecuencia de ocurrencia varía entre 10 y 15%. Velocidades mayores a 70 km/h ocurren en menos del 5% de los casos. A lo largo del año, en septiembre y octubre se presentan las velocidades medias más altas (28-30 km/h), en tanto que en noviembre y enero se dan los mínimos (18-20 km/h). En el mes de abril se da un máximo relativo. La dirección de mayor ocurrencia entre diciembre y junio es del Sur. En julio aumenta la frecuencia de vientos del SE que es más frecuente a las 12UTC, siguiendo luego el S. A las 18 UTC es similar la frecuencia de ocurrencia de viento del sector S y SE. En agosto comienza a aumentar la frecuencia de vientos del NW y entre septiembre y noviembre el viento presenta mayor frecuencia en las direcciones S y NW (Tabla 39 y 40).

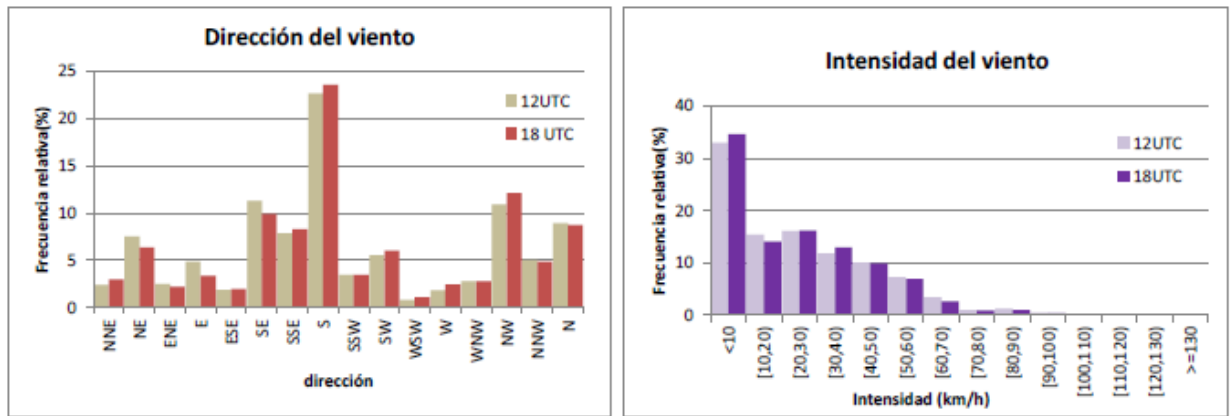


Figura 112: Frecuencia relativa anual de la dirección (izq) e intensidad (der) del viento a las 12 UTC y 18 UTC

Tabla 39: Frecuencia relativa mensual de la dirección del viento 12 UTC (%).

Dirección	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
NNE	0.9	2.6	4.2	1.7	1.8	0.0	2.4	3.2	4.0	1.6	3.2	2.9
NE	7.1	7.1	7.1	7.3	4.6	7.1	7.3	8.6	10.0	7.5	7.8	8.0
ENE	2.8	1.5	2.5	1.3	1.4	2.0	3.4	2.7	2.0	1.6	5.0	4.0
E	8.5	5.6	6.3	4.7	6.5	8.6	1.5	4.1	2.4	4.0	3.2	3.4
ESE	0.9	0.5	0.8	3.9	2.8	4.0	2.9	3.2	0.4	1.6	0.9	0.6
SE	6.6	8.7	11.8	15.0	15.7	16.7	22.0	14.9	7.6	5.2	5.5	6.9
SSE	5.2	8.7	6.7	13.7	12.9	11.6	9.3	6.8	6.0	4.8	4.6	4.0
S	34.4	26.5	24.4	22.3	30.0	19.7	18.0	17.2	15.5	16.3	20.1	31.6
SSW	6.1	4.1	3.4	3.4	4.1	0.5	2.0	2.3	2.8	4.4	3.2	5.7
SW	12.7	9.7	7.6	4.7	6.0	2.5	4.4	2.7	3.6	2.0	6.8	4.6
WSW	1.4	1.5	0.8	0.4	0.5	0.0	0.0	0.0	0.8	1.2	0.5	2.3
W	1.9	4.1	1.3	0.4	1.8	1.0	2.0	0.9	1.2	4.0	2.3	0.6
WNW	0.5	1.0	2.1	1.7	1.8	2.0	4.4	4.1	3.6	6.0	3.7	1.1
NW	2.4	10.7	8.4	9.4	2.8	10.6	9.8	10.4	15.9	19.4	17.8	10.9
NNW	1.4	3.1	8.0	3.0	3.2	3.5	3.4	5.9	10.8	8.7	4.1	1.7
N	7.1	4.6	4.6	6.9	4.1	10.1	7.3	13.1	13.5	11.9	11.4	11.5

Tabla 40: Frecuencia relativa mensual de la dirección del viento 18 UTC (%).

Dirección	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
NNE	1.4	3.2	3.8	2.3	2.9	2.4	1.8	3.7	2.6	3.1	4.7	4.0
NE	7.4	7.5	3.4	6.5	3.9	8.5	8.8	6.9	8.1	5.0	4.7	6.3
ENE	3.7	2.7	1.7	2.8	2.9	3.3	2.3	2.3	2.1	0.4	0.0	2.3
E	5.1	3.2	2.6	2.3	6.8	6.2	3.2	4.2	0.9	0.8	1.9	4.5
ESE	2.3	2.7	0.9	3.7	1.9	3.8	1.8	3.2	0.0	0.4	1.9	1.1
SE	9.3	7.0	9.4	13.8	12.6	10.0	18.0	15.3	8.5	4.6	4.2	6.3
SSE	3.7	4.3	9.4	12.0	13.1	16.1	11.5	8.8	6.8	4.6	4.2	5.1
S	30.1	30.1	28.6	24.0	28.6	22.3	17.5	17.1	16.6	20.7	21.7	28.4
SSW	8.3	3.2	3.4	3.7	2.4	2.8	1.8	0.5	4.3	3.8	3.8	2.8
SW	10.2	9.1	5.1	6.0	5.8	0.9	4.6	2.3	3.8	5.0	8.5	13.1
WSW	1.9	1.6	0.9	0.5	1.0	0.9	0.5	0.0	0.9	1.1	1.4	2.8
W	1.9	3.2	1.3	2.8	1.5	1.4	2.3	3.7	1.7	5.4	1.9	1.7
WNW	0.5	2.7	2.1	1.8	1.5	1.4	3.2	3.7	4.7	5.0	5.2	0.0
NW	1.4	10.2	12.8	11.1	5.3	10.0	9.7	15.7	16.6	20.7	17.0	11.9
NNW	2.8	4.8	5.6	2.3	3.4	2.8	6.0	4.2	8.1	10.0	4.2	1.7
N	10.2	4.3	9.0	4.6	6.3	7.1	6.9	8.3	14.5	9.6	14.6	8.0

Comparar el comportamiento del viento en esta región es complejo ya que el viento es muy afectado por la orografía. Se señala que en las estaciones más próximas a Petrel se han registrado ráfagas de más de 200 km/h lo que indica que registros de esta magnitud podrían ser posibles también en Petrel, más allá que en el período de medición no hay registros de esta magnitud. Con

respecto a la dirección no hay factores que indiquen que podría haber un cambio en este parámetro.

Altura de la base de las nubes

La frecuencia media mensual de días con altura de la base de las nubes (plafond) inferior a 100 m para cada una de las horas analizadas, se ubica en general entre 1 y 3 días (Figura 113-izq). Las frecuencias más bajas se dan a las 06UTC, que a lo largo de todo el año se mantienen por debajo de 2 días. La frecuencia media a las 12UTC y 18UTC muestra un comportamiento similar, con dos máximos, uno en febrero-marzo y otro en agosto. Entre octubre y enero la frecuencia media se mantiene para todas las horas por debajo de 2 días.

Las máximas frecuencias observadas a nivel mensual corresponden al mes de febrero a las 12 UTC con 13 días y a las 18UTC con 11 días, marcando la variabilidad interanual durante este mes (Figura 113-der). Entre marzo y mayo y noviembre-diciembre los máximos no superan 6 días en tanto que en el trimestre invernal hay frecuencias máximas de más de 8 días en el horario de las 18 UTC.

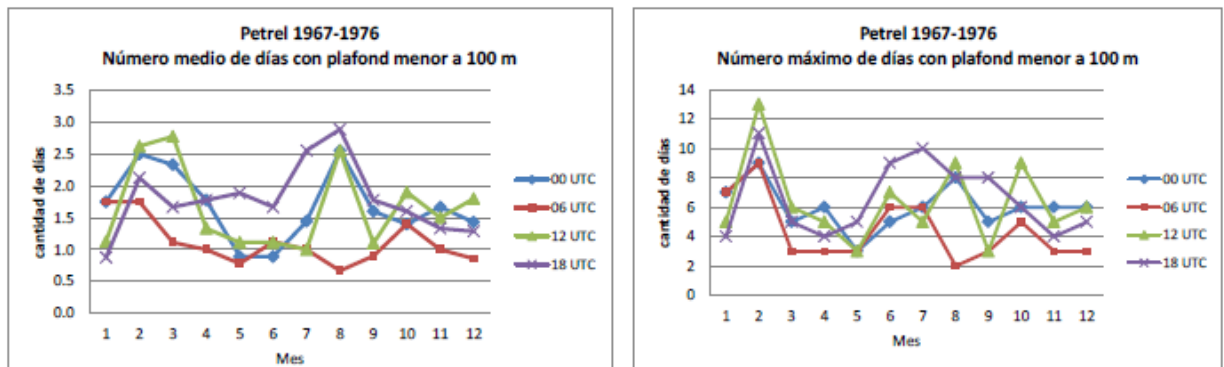


Figura 113:: Número medio (izq) y máximo (der) de días con plafón menor a 100 m para las 00UTC, 6 UTC, 12UTC y 18 UTC

Visibilidad menor a 500 m

El número medio de días con visibilidad reducida a menos de 500 m varía a lo largo del año manteniéndose mayormente en el rango de 1 a 2 días (Figura 114-izq). Las mayores frecuencias corresponden al semestre frío y presenta en el trimestre invernal diferencia entre las horas, siendo más frecuente la reducción de visibilidad a las 00UTC. La máxima frecuencia mensual corresponde al mes de julio a las 00UTC con 11 días, luego en general se encuentran en el rango de 3 a 6 días (Figura 114-der).

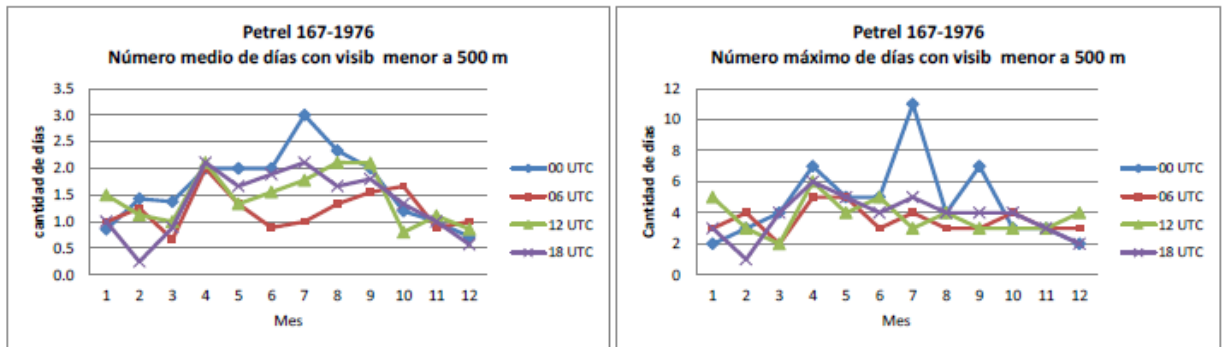


Figura 114: Número medio (izq) y máximo (der) de días con visibilidad menor a 500 m para las 00UTC, 6 UTC, 12UTC y 18 UTC

Ventisca

La frecuencia media mensual de ocurrencia de ventisca va aumentando desde enero hasta llegar al máximo en los meses de agosto y septiembre (más de 6 días), luego baja marcadamente hasta alcanzar el mínimo en diciembre-enero (en torno a 1 día) (Figura 115-izq). El comportamiento es el mismo en los diferentes horarios, variando los valores alcanzados que son mayores en los horarios de las 12 UTC y 18 UTC y menores a las 6UTC. Las máximas frecuencias mensuales están entre 10 y 11 días, registradas entre mayo y septiembre. (Figura 115-der). Entre noviembre y febrero no se han registrado meses con más de 6 días con ventisca.

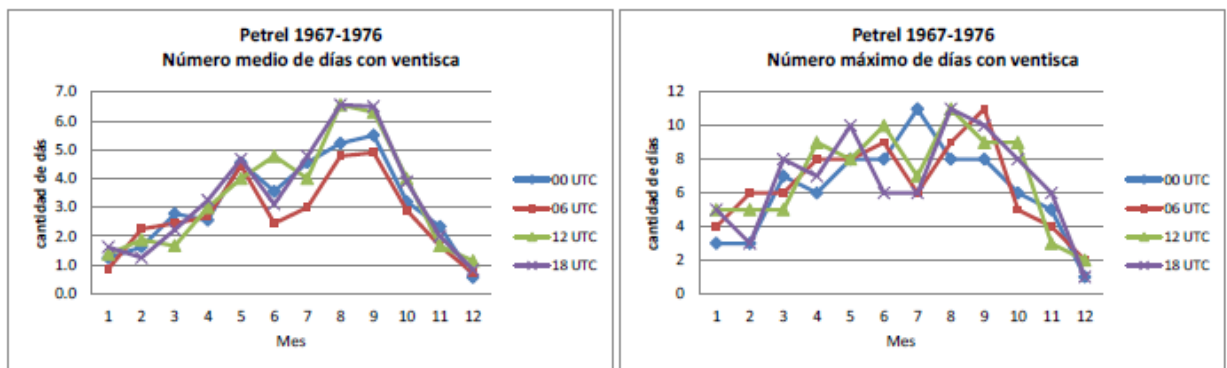


Figura 115: Número medio (izq) y máximo (der) de días con ventisca para las 00UTC, 6 UTC, 12UTC y 18 UTC

6.1.3.2 Geología local¹⁴

La isla Dundee se halla ubicada en el extremo NE de la península Antártica, donde forma parte del grupo insular de la isla Joinville. La isla Dundee tiene forma circular, con una extensión máxima de 27 km en dirección E-W. Hay muy poca roca expuesta y la isla se eleva a c. 624 m en un suave escudo de nieve y hielo que domina la isla. La costa está formada por acantilados de hielo ininterrumpidos rocosos y un prominente promontorio triangular de baja altitud (Welchness) en el extremo occidental. Actualmente sus 450 km² están casi completamente cubiertos por glaciares que forman barrancas de hielo que caen a pique sobre el mar. En la isla, una de las pocas áreas

¹⁴ Este punto se complementa con las descripciones geológicas presentadas en el ítem “4.6.6.1-Propiedades geológicas y mecánicas del terreno (Estudios iniciales)” y presenta la información relevada por el Instituto Antártico Argentino en numerosas campañas antárticas en la región.

libres de hielo es el cabo Welchness que se halla ubicado en la parte occidental de la misma. Este cabo consiste en un área triangular que abarca unos 2,5 km². La mayor parte de esta presenta una superficie plana de unos pocos metros de desnivel, especialmente en sus dos bordes externos que limitan con el mar y están erosionados por pequeños chorrillos. La parte oriental limita con la extensa cubierta de hielo de la isla, de cual está separado por la cresta de la morrena lateral del glaciar denominado “Rosamaría”. La extensión máxima del sector plano libre de hielo es de 1.950 m en dirección NE-SW, y de 1.400 m en dirección NW-SE. Las condiciones ambientales, ubicación geográfica, características locales del relieve y meteorología indican que el cabo Welchness es un lugar apropiado para la construcción pistas aéreas, utilizables por aeronaves de distintos portes.

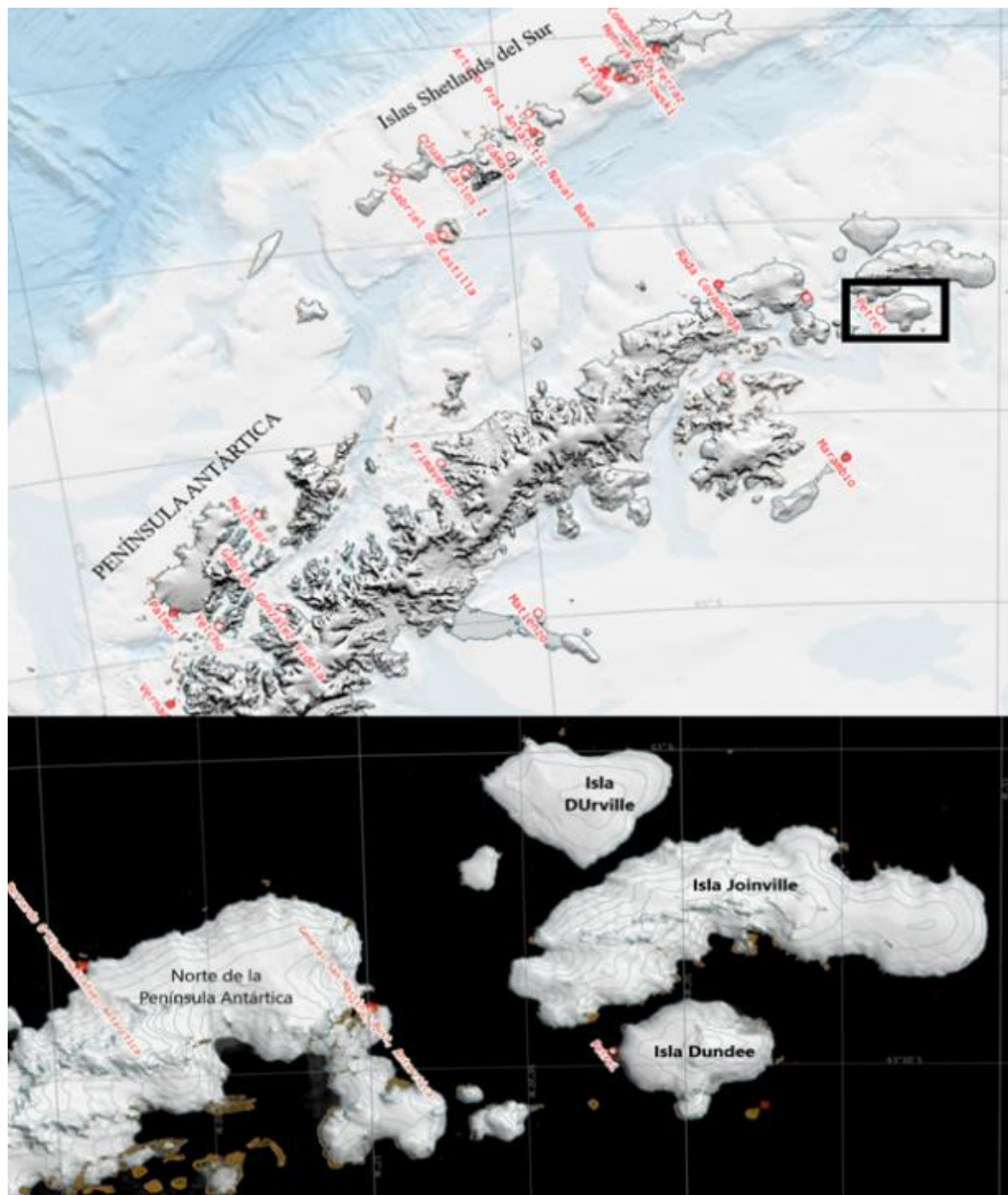


Figura 116: Ubicación geográfica de la Base Argentina Petrel (Isla Dundee, Archipiélago Joinville). Modificado de Antarctic Digital Database (ADD).

El área está ubicada en el extremo NE de la península Antártica, donde existen grandes glaciares y está documentada la historia de la formación del relieve durante distintas etapas de la glaciación del Cuaternario junto con el desarrollo de permafrost en áreas costeras descubiertas de hielo, los cuales contribuyeron a modelar las condiciones particulares del medioambiente en este sector de la isla.

El cabo Welchness consiste en una plataforma exterior suavemente ondulada, de forma triangular y escasa altura sobre el nivel del mar (entre 1-7 msnm que incluye una terraza marina ascendida hasta 15-16 msnm de mucho menor superficie e igualmente triangular y plana. La plataforma inferior presenta irregularidades de pocos metros de desnivel, especialmente en sus bordes externos que limitan con el mar y están erosionados por arroyos temporarios. La planicie externa tiene una elevación media de 4 m sobre el nivel del mar, es suavemente ondulada y tiene una superficie de aproximadamente 1.500.000 m², con 1.900 m de longitud máxima en sentido E-W (en dirección de la visual del observador). La cubierta detrítica está mayormente formada por sedimentos fluvio glaciares (en el centro de la Figura 188 se observa un bloque partido y laminado por repetido congelamiento y descongelamiento). En el sector SE de la terraza superior están expuestas rocas sedimentarias bien estratificadas, de edad Cretácico Inferior que inclinan 10-12° hacia el SE.



Figuras 117: rocas sedimentarias del Cretácico Superior expuestas en la terraza superior.

Geológicamente, este sector de la isla Dundee está compuesto por dos unidades de rocas sedimentarias del Triásico y Cretácico Inferior. Durante los periodos de bajamar, a lo largo de la zona costera se exponen sedimentitas marinas de grano fino, pertenecientes al Grupo Península Trinidad de edad Triásica. El paquete sedimentario del Cretácico Inferior forma parte del relleno de la cuenca Larsen (del Valle *et al.* 1997), está formado por sedimentitas clásticas marinas de grano fino, bien consolidadas, expuestas en la parte ESTE del cabo Welchness, donde afloran cerca del límite oriental de la morrena lateral. Complejos depósitos glaciares y fluvio-glaciales, depositados desde el Pleistoceno Superior hasta el presente, completan la sucesión estratigráfica.

En general se pueden distinguir tres unidades geomorfológicas de carácter propio: 1) planicie inferior fluvioglacial, 2) terraza de la morrena del fondo y 3) cordón de la morrena lateral del glaciar Rosamaría. Este glaciar se halla en franco retroceso y forma parte del extenso campo de hielo que cubre la isla. Los cordones de la morrena lateral se ubican en el borde W del glaciar Rosamaria, mientras que la morena de fondo se encuentra en centro del cabo Welchness, formando una terraza plana, donde están ubicadas las construcciones principales y el gran hangar de la Base Petrel. Litológicamente, los depósitos morrénicos son cuerpos diamictíticos compuestos por clastos formados en su mayor parte por material sedimentario cretácico local junto a grandes bloques erráticos. Su composición granulométrica comprende desde gravas gruesas hasta arena y limo. Las morenas laterales tienen núcleos de hielo enterrado, relictos de antiguos glaciares y una delgada (1,40-2,50m) capa activa de material clástico cementado por hielo durante el congelamiento estacional. El sector de la morena de fondo corresponde a la zona del permafrost rico en hielo con distintos tipos de hielo subterráneo, formado como cemento o infiltración.

La planicie inferior suavemente ondulada tiene una superficie de aproximadamente 1.500.000 m², con unos 2.500 m de longitud máxima en sentido SSW-NNE. La misma se eleva entre unos 2-8 m sobre el nivel del mar y está constituida básicamente por gravas de grano mediano y fino con arena y escaso contenido en limo. El permafrost se caracteriza por su escaso contenido en hielo subterráneo y el espesor de la capa superficial que se congela y descongela estacionalmente (capa activa) alcanza entre 1,5-1,7 m. En la terraza marina ascendida hasta 15-16 msnm (plataforma superior) afloran rocas sedimentarias del Cretácico Inferior que contienen fósiles marinos, por ej. moldes de grandes conchillas de bivalvos.

La planicie de forma triangular está limitada en uno de sus lados por un alto cordón de sedimentos glaciares ("morrenas"), de desarrollo aproximado N-S, paralelo al borde local del campo de hielo de la Isla Dundee, y está limitada por el mar (Estrecho Antártico y Rada Petrel) en sus otros dos lados.



Figura 118: en la imagen de la izquierda se observan las morrenas que limitan la planicie y en la imagen de la derecha la ubicación del Estrecho Antártico.

Las morrenas tienen núcleo de hielo y una cubierta de grava glacial, donde los materiales pétreos están cementados por hielo. Los hundimientos termocársticos son frecuentes al pie de las morrenas y permiten observar que por debajo de la cubierta de grava está el núcleo de hielo masivo. Los

sedimentos cementados por hielo son capaces de fluir ladera abajo y deslizarse lentamente por efecto de la pendiente del terreno y la carga, estática o dinámica a la cual están sometidos. En la foto se muestra una platea de hormigón de 3x3 m desestabilizada. La capacidad de fluir que tiene el hielo se debe principalmente a su propiedad de fundirse y deslizar cuando es sometido a presión. Las pendientes del terreno favorecen el flujo.



Figura 119: imágenes de las morrenas donde se observa el núcleo de hielo y en especial en la foto de la derecha los hundimientos termocrásticos.

Unos pocos metros por debajo del nivel del mar, el sustrato rocoso (“bedrock”) de la terraza inferior es expuesto durante la marea baja, formando una plataforma aterrazada y plana, la cual se extiende hasta unos 200 m de la costa en adyacencias de la Punta Bajos (Figura 120). Durante las mareas bajas, en el área del mar adyacente a Punta Bajos queda expuesta una terraza plana de abrasión marina a unos 2 m de profundidad bajo el nivel del mar. La terraza marina está cortada en rocas sedimentarias compactas y competentes a la erosión, las cuales están bien estratificadas en bancos delgados (0,2-0,8 m) que inclinan homogéneamente entre 15-70° hacia el SE. Esta terraza submarina se extiende hasta unos 200 m costa adentro, rodeando a la Punta Bajos, y es apta para prolongar las pistas hacia el mar.



Figura 120: sustrato rocoso (“bedrock”) de la terraza inferior

6.1.3.3 Glaciología

Para una descripción de la Glaciología de la Isla Dundee vamos a tomar de manera general lo establecido por Silva, Arigony-Neto & Bicca (2019) en la caracterización geomorfológica de los glaciares de la Península Antártica. Estos autores señalan que sobre la Isla Dundee encontramos

un glaciar que se puede clasificar como campo de hielo ya que se forman generalmente en extensas zonas de cuencas o en mesetas, lo que permite la formación de una masa continua de hielo sobre el relieve, sin interrupción por canales glaciares. Los campos de hielo tienen una superficie inferior a 50.000 km². Es de cuenca única ya que se alimentan de una única masa de captación, con una única zona de acumulación (RAU *et al*, 2005).

Estos autores señalan, además, dado que el glaciar termina en el mar, entonces se lo clasifica dentro de la clase "desprendimiento y lóbulo". El desprendimiento es una clasificación para una cuenca normal cuya terminación se extiende en un lago o en el mar, produciendo icebergs y growlers en su pérdida de masa, mientras que, en la cuenca flotante, la terminación está flotando en el mar y la línea de desprendimiento aproximada puede ser detectable. Finalmente señalan que es uniforme y regular, dado que es una cuenca sin cambios marcados en el perfil superficial del glaciar, y puede formarse en pendientes verticales (Figura 121).



Figura 121: imagen satelital de la Isla Dundee donde se puede observar la cubierta de hielos y la presencia a la izquierda del Cabo Welchness como la única superficie libre de hielo.

6.1.3.4 Batimetría local

En la figura siguiente puede observarse la batimetría de la zona alrededor del cabo Welchness relevada por el Servicio de Hidrografía Naval de Argentina. En las Figuras siguientes se puede observar con más detalle los valores de profundidad en torno a las costas del Cabo. En ambos casos la baja profundidad determina en los momentos de bajamar quede una gran superficie al descubierto.

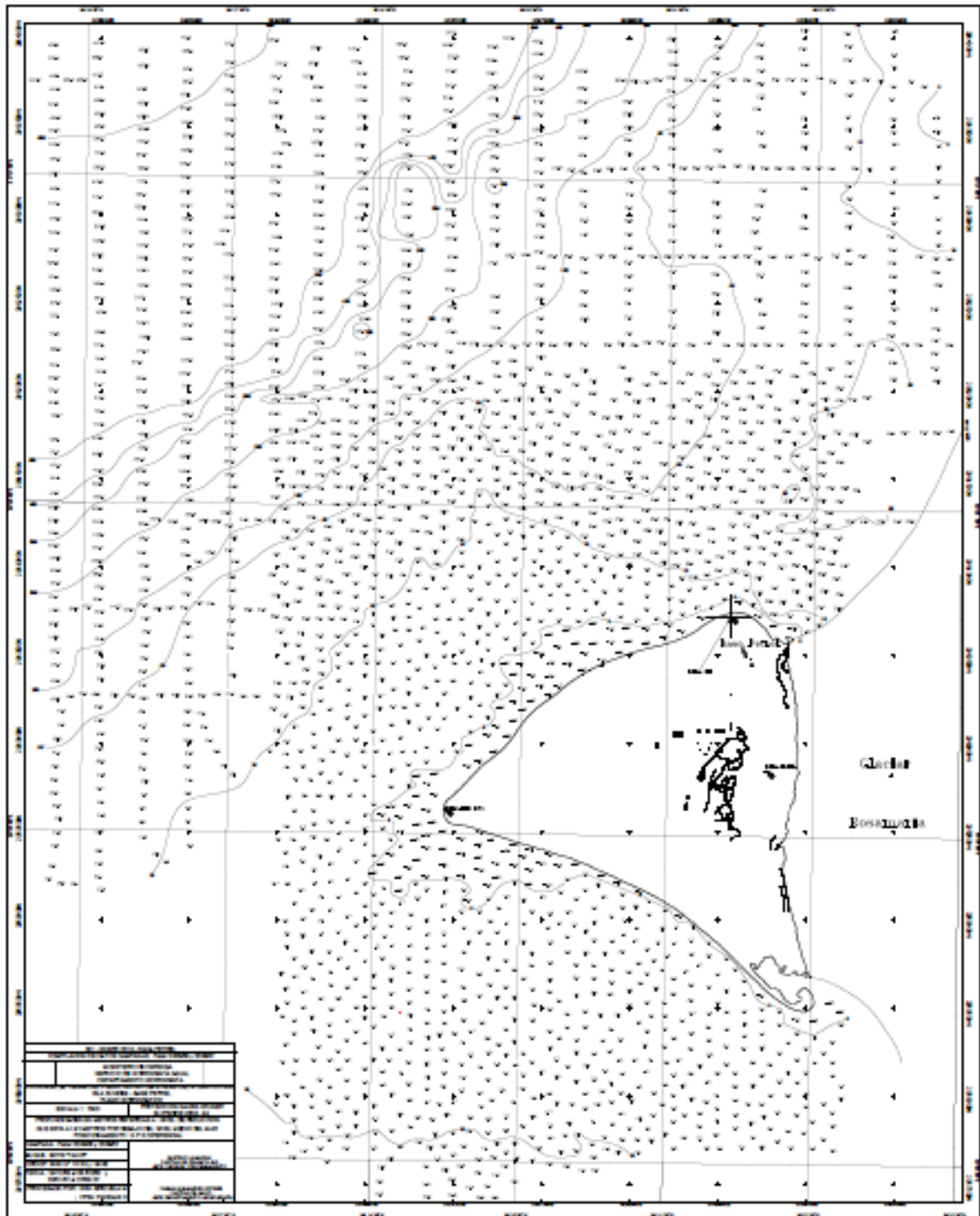


Figura 122: mapa general de la batimetría del cabo Welchness.

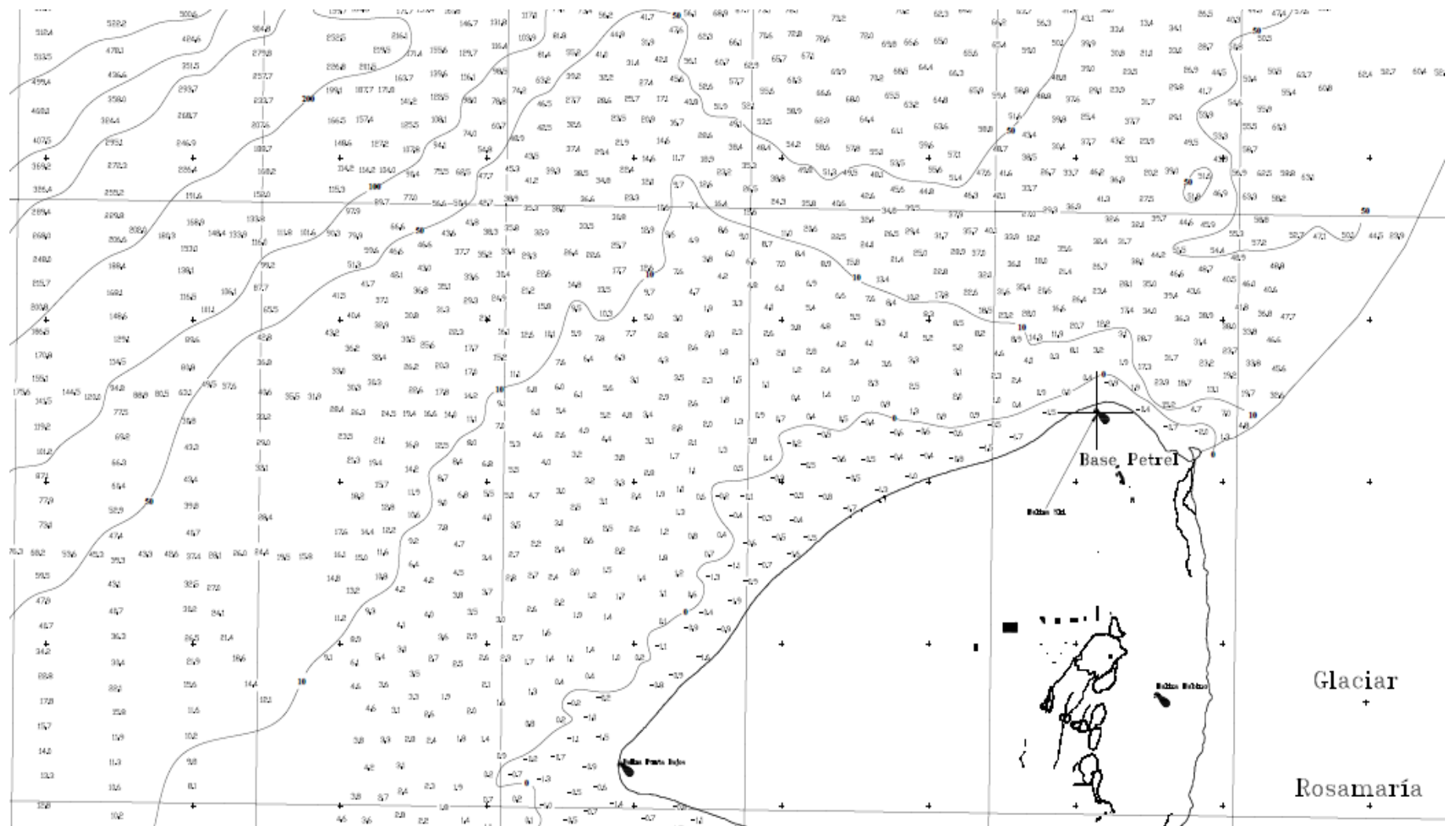


Figura 123: mapa batimétrico de la zona norte del Cabo Welness.

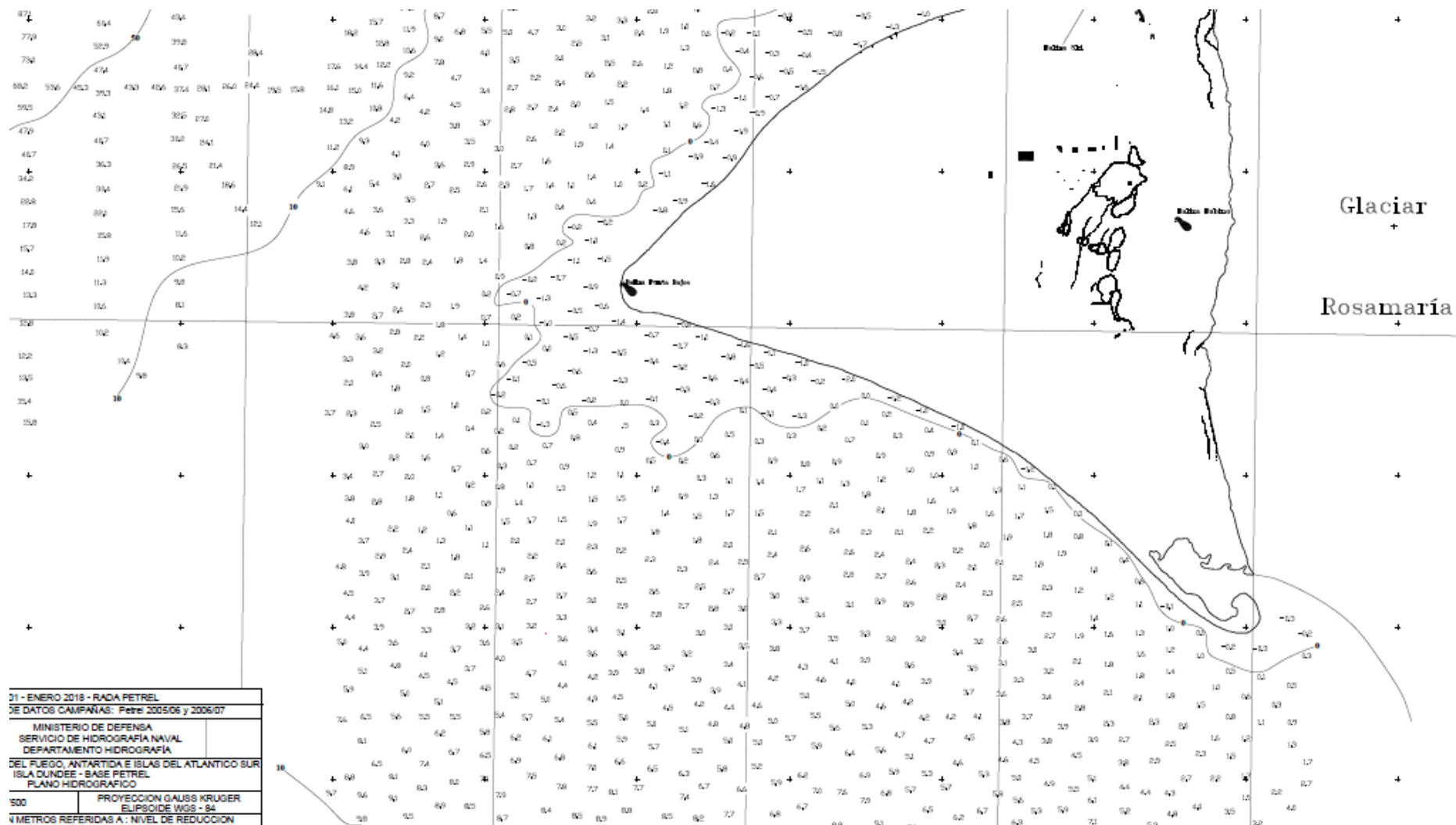


Figura 124: mapa batimétrico de la zona norte del Cabo Welchness.

6.1.3.5 Hidrología local

La región norte de la Península Antártica posee características climatológicas que permiten el desarrollo de sistemas hídricos superficiales y subterráneos durante los meses del verano austral. El comportamiento de este sistema hídrico se correlaciona con las condiciones climáticas regionales y estacionales. En estos ambientes la dinámica de los procesos de ablación glaciarios y geocriológicos está relacionada con la dinámica hídrica superficial y subterránea por lo que la comprensión de los diferentes procesos hidrológicos está en consonancia con ellos. Debido al importante control climático sobre el sistema hidrológico e hidrogeológico de verano, las condiciones hacia el oriente y el poniente de la región norte de la Península Antártica son claramente diferenciables.

El cabo Welchness posee estas características mencionadas, ya que en los meses de verano posee, en especial en la planicie inferior, se desarrolla un sistema hídrico superficial de importancia, sobre todo sobre la costa sur.



Figura 125: imagen donde se puede observar las lagunas de deshielo glaciario en la costa sureste del cabo Welchness

En la Figura 125 pueden observarse en color azul los chorrillos generados en los meses de verano. Se aprecia claramente una presencia más importante hacia el sur del cabo Welchness, donde se generan además cuerpos de agua naturales. En este sentido también es importante destacar que

debe evaluarse como la construcción de la pista va a interrumpir la esorrentía hacia el norte del Cabo y mitigar ese problema.



Figura 126: imagen donde se puede observar la red superficial de agua en la costa Noreste del cabo Welchness

Muchos de estos cursos se han mantenido en el tiempo y por ese motivo en el sector SE del cabo Welchness hay arroyos temporarios activos que han erosionado cauces de más de 2 m de profundidad.



Figura 127: imagen donde se puede observar un cauce profundo de uno de los chorillos.

Durante la Campaña Antártica de Verano 2021/2022 se realizó el relevamiento del sistema hídrico superficial del cabo Welchness a los fines de evaluar los impactos de la construcción y operación de la pista. Sobre el cordón de la morrena lateral hasta Punta Bajos se identificaron 70 cauces secos, chorrillos y lagunas naturales que en su mayoría tienen descarga directa a las aguas costeras que rodean el cabo. La fuente de alimentación de esta red es estacional por derretimiento de los núcleos de hielo morrénicos, del permafrost y de la nieve acumulada durante el invierno o episodios de precipitación nival intensa. En la figura 128 se observa un chorrillo típico de los hallados sobre las márgenes morrénicas.



Figura 128: imagen donde se puede observar los chorrillos descendiendo de la morrena lateral.

Estas son áreas de descanso, consumo y de baño para varias especies de aves y mamíferos, también zona de nidificación de escúas. Durante el relevamiento se registraron ocho parejas de escúas con un total aproximado de doce pichones distribuidas en siete chorrillos, a excepción de uno todos ubicados sobre la costa sur.



Figura 129: imagen donde se puede observar la fauna y flora asociada a un chorrillo de la costa sur.

Del total de cauces observados, al momento del muestreo sólo el 25% (17) tenían agua en su superficie o sustrato húmedo, estos son los denominados chorrillos profundos. Se encontraban en relación con el cordón de morena lateral; siendo la terraza superior la divisoria de aguas. En estos chorrillos se desarrollan musgos y tapete o mata microbiana.

El 75% restante correspondió a los cauces que se ubican en dirección a Punta Bajos pasando la terraza superior. Estos tienen un régimen estacional de primavera y se desarrollan en relación al margen costero, suelen ser los lugares de descanso elegidos por mamíferos marinos y pinnípedos, con musgos y líquenes como vegetación dominante.



Figura 130: imágenes donde se puede observar dos cauces secos de la costa norte.

Finalmente, en los fiordos que se forman de cara al glaciar se observan profusos chorrillos y lagunas glaciares, cuyo desarrollo se vio acelerado debido a la retracción glaciaria de los últimos años debido al efecto del cambio climático.



Figura 131: Valle glaciario detrás de las morenas. Imagen compuesta, ausente de escala. Febrero, 2022.

6.1.3.6 Flora y Fauna

Relevamiento Inicial Campaña Antártica de Verano 2014/2015

Durante la Campaña Antártica de Verano 2014/2015 se realizaron algunos relevamientos de flora y fauna en la Base Petrel a los fines de evaluar los impactos de una futura reactivación de la Base. Los resultados de aquellos censos determinaron que, en la zona, representada por alrededor de 2.500 m² se destacan diferentes especies animales y vegetales. La presencia fue escasa, pero a la vez diversa. Desde el punto de vista faunístico se pudo observar la presencia de focas de Weddell en el sector denominado “La Olla” (porción de mar congelado a los pies del glaciar Rosamaría). Las mismas nunca superaron los 25 ejemplares. Entre estas también se hicieron presentes, alternadamente, algunas focas leopardo. Cabe aclarar que estos asentamientos se hallan a más de cien metros de la casa principal y no tenían interacción con los seres humanos bajo ningún punto de vista, salvo en los aterrizajes y despegues de los helicópteros que llegaban a la base. En apariencia, la llegada de estos individuos al sector es con fines de descanso. También es importante destacar, que después de una serie de tormentas el pack de hielo del lugar se partió y fue movilizado con las corrientes marinas. Sucedió esto, la población de focas no retornó nuevamente al lugar, dando cuenta de que puede ser un asentamiento transitorio.

La mayor diversidad viene por el lado de las aves voladoras, como ser: petreles gigantes (de paso por los sectores costeros de la base), gaviotines, siendo la especie líder junto a las escúas (anidando), gaviotas cocineras (escasas), cormoranes y petreles de Wilson, ambos muy escasos. En apariencia y de acuerdo con los recorridos realizados por el entorno de la base, algunas de estas especies, como los gaviotines, estarían anidando en cercanías a las pendientes del arco morrénico y en algunos casos, como las escúas, sobre el suelo, en la pista alternativa de aterrizaje en desuso. Entre los pingüinos podemos destacar en un mayor número, a los de Adelia, quienes se distribuyen a modo muy disperso, y en muy bajo número los de Papúa o bien los Barbijo (uno o dos ejemplares). Cabe aclarar que muchos de ellos se encuentran alejados de la base, a más de ciento cincuenta metros, y en rara oportunidad suelen acercarse a la casa principal por curiosidad. Para el caso de los de Adelia, en cercanía a la base, estos no superaron nunca los 30 individuos. Sobre el sector costero Sur sucedía algo similar, evidenciándose una serie de individuos, pero todos muy

dispersos y sin la presencia de nidos en ningún caso. Sobre el Estrecho Antártico y/o Active se divisó desde la costa a algún grupo de ballenas transitando, de las cuales no se puede especificar la especie.



Figura 132: a la izquierda imagen de focas de Weddell descansando frente al glaciar. A la derecha imagen de un skua anidando en la zona de la pista.

Desde el punto de vista de la flora, sobre la superficie abarcada por el cabo Welchness se evidenció la presencia de musgos y líquenes (no se pudieron identificar las especies), tanto al nivel del mar como entre las hendiduras que existen entre cada uno de los arcos morrénicos a diferentes alturas. Los mismos son casi imperceptibles a la vista del ser humano y en algunos casos sin querer son pisoteados por confundirlos con el suelo, por tener colores de similares características.



Figura 133: presencia de musgos y líquenes en distintos sectores del área de la base.

Relevamiento Campaña Antártica de Verano 2021/2022

Durante la Campaña Antártica de Verano 2021/2022 se realizaron algunos relevamientos de flora y fauna en la Base Petrel a los fines de evaluar los impactos de una futura reactivación de la Base y con el objetivo de contribuir en el desarrollo de la línea de base. Este trabajo fue muy importante dado que no se tenían registros continuos de fauna en el cabo debido a que la base había permanecido muchos años cerrada. Desde el punto de vista de la flora, sobre la superficie abarcada

por el cabo Welchness se evidenció la presencia de musgos y líquenes (se ha recolectado el material y se está trabajando en la identificación sistemática) tanto al nivel del mar como entre las hendiduras que existen entre cada uno de los arcos morrénicos a diferentes alturas.

Para estudiar el área se grillo el Cabo en 13 sectores a los fines de caracterizar ambientalmente cada uno de ellos. Cada uno de estos cuadrantes fueron caracterizados de manera general, encontrándose que pueden clasificarse en algunos de los siguientes ambientes: costa, terraza y morrenas. En la Tabla 41 se describen cada uno de estos cuadrantes.

Tabla 41: descripción ambiental de cada uno de los cuadrantes estudiados.

Cuadrantes	Ambiente	Sustrato	Cuerpos de agua salobre (chorrillos, laguna costera)	Flora	Pendiente	Actividad antropica asociada al cuadrante	Conexión con el mar
4 (oeste)	costa	arena fina con grava muy chica.	vinculo directo con glaciar, presencia de chorrillos de origen glaciario, presencia de lagunas mixtas temporales	musgos y otros asociados a chorrillos y laguna costera	2	media, conexión con chorrillos y lagunas de efluentes de casa principal	rada, mar contenido normalmente calmo
3	costa y terraza	arena fina con grava muy chica.	laguna costera permanente-durante el verano- chorrillos sin descarga al mar	musgos y otros asociados a chorrillos y laguna costera	1	alta, presencia de casa de bote, costa usada para desembarco, helipuerto, descanso de barriles de combustible	costa
2	costa	arena fina con grava mediana y presencia de bloques.	sin cuerpos de agua visibles en el verano	sin vegetacion	3	baja	costa, dinámicas de mar abierto
1	costa	arena y grava chica en su mayoría y presencia de bloques	sin cuerpos de agua visibles en el verano	sin vegetacion	3	baja, presencia de baliza en desuso	costa, dinámicas de mar abierto, confluencia de antartic y active
8	costa	grava grande, grava chic.	sin curpos de agua visibles en el verano	sin vegetacion	2	baja, se observan restos historicos de brea	costa, dinámicas de mar abierto, confluencia de antartic y active
9	costa	grava grande, grava chic.	alta presencia de chorrillos de origen permafrost	musgos y otros asociados a los chorrillos	2	baja	costa al antarctic, dinámica de mar abierto
12	costa	arena gruesa + grava gruesa y fina	chorrillo de origen permafrost, laguna costera de origen mixto que no desemboca en el mar	asociada a cuerpos de agua, mata microbiana, musgo y liquenes	2	media, presencia de residuos historicos en vinculo directo con fauna	costa al antarctic, dinámica de mar abierto
13 (este)	morena y costa	grava fina en costa	sin curpos de agua visibles en el verano	sin vegetacion	3	media, presencia de residuos historicos en vinculo directo con fauna	costa al antarctic, dinámica de mar abierto
13 (oeste)	tipo fiordo, conjuncion entrada a glaciar, morena, chorrillos de origen glaciario, laguna y costa	arena fina y pebbles	laguna costera permanente en verano, contacto directo con glaciar, chorrillos de origen glaciario con pluma al mar	asociada a cuerpos de agua, mata microbiana, musgo y liquenes	1	presencia de residuos historicos	conexión directa con el mar
5	terrazza	pebbles	sin curpos de agua visibles en el verano	musgo seco y liquenes de bajo desarrollo	0		sin conexión directa con el mar
6	terrazza	grava y pebbles	sin curpos de agua visibles en el verano	musgo seco y liquenes de bajo desarrollo	5	alta, presencia de edificaciones, transito de transporte de carga, transito de personal	sin conexión directa con el mar
10	terrazza	arcilla y pebbles	alta presencia de chorrillos de origen permafrost	musgos y otros asociados a los chorrillos	0	con basura antropica, marcas de transito de personas y transporte	indirecta a traves de chorrillos
11	morena	rocas de diversos origenes	con lagunas de origen permafrost y chorrillo de origen permafrost de gran tamaño	mata microbiana y musgo asociada a cuerpos de agua	10	en chorrillo principal presencia de basura antropica	sin conexión directa con el mar
7	morena	rocas de diversos origenes	con lagunas de origen permafrost	mata microbiana y musgo asociada a cuerpos de agua	10	sin actividad antropica destacable	sin conexión directa con el mar
4 (este)	morena	rocas de diversos origenes, con presencia de limo y bloques	sin curpos de agua visibles en el verano	mata microbiana y musgo asociada a cuerpos de agua	5	alta, presencia de lagunas de efluentes y de utilizacion de agua tecnica y de consumo	sin conexión directa con el mar

El relevamiento de la macrofauna se realizó durante 17 jornadas, registrándose la especie (cantidad), el sitio y el uso del hábitat (zona de alimentación, reproducción, descanso o paso) en

diferentes momentos del día (mañana, tarde y noche). Se realizaron un total de 22 reconocimientos visuales en tres sitios diferentes: morrena (n=2), terraza (n=20) y costa (n=20). Se identificaron diecisiete especies de aves marinas y pinnípedos, en un total de 6517 observaciones utilizando el sitio para descanso, alimentación o como sitio de reproducción. La especie más abundante fue el pingüino Adelia, *Pygoscelis adeliae*, con un total de 2544 observaciones, de las cuales 2267 fueron ejemplares emplumados observados en grupos en la costa. La siguiente especie con mayor número de observaciones fue el lobo fino, habiendo registrado 2294 veces *Arctocephalus gazella*, todos ellos individuos juveniles particularmente flacos, descansando en la costa o en los márgenes de los arroyos.



Figura 134: aves presentes en el Cabo Welchness

Entre las aves voladoras más comunes están las escúas (*Stercorarius antarcticus*) y los gaviotines (*Sterna vittata*). Se encontraron nidos de gaviotines y escúas sobre la terraza superior, la planicie fluvio glacial (o terraza media), en la morrena glaciar de cara al glaciar Rosamaría y en las lagunas de deshielo que se forman en el extremo sur del cabo. Los individuos se concentraban en la costa sur de cara al glaciar, este sector aloja nidos de escúas con poblaciones de más de 20 individuos y de gaviotines (sobre la base de las morenas) de más de 100 individuos. Alimentándose en la costa son comunes de observar los Petreles de Wilson (*Oceanites oceanicus*) y gaviotines, y entre las aves de paso están el Cormorán antártico (*Leucocarbo bransfieldensis*), Petrel gigante

(*Macronectes giganteus*), Petrel de las nieves (*Pagodroma nivea*), Petrel damero (*Daption capense*) y Gaviota cocinera (*Larus dominicanus austrinus*).

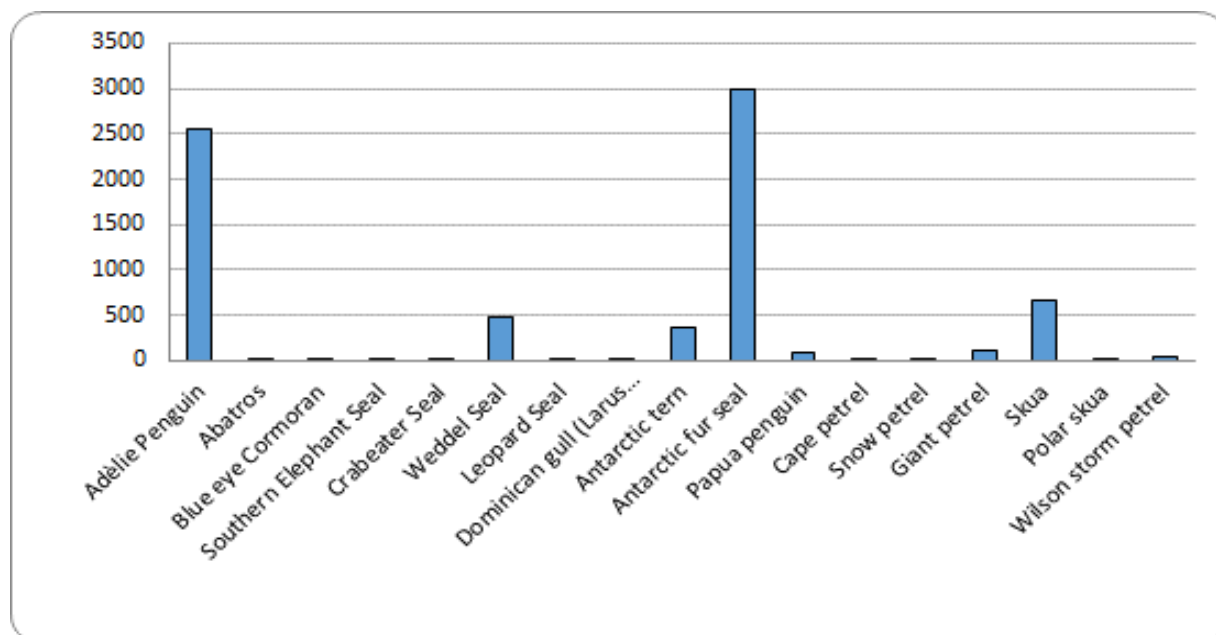


Figura 135: número total de cada una de las especies de aves y mamíferos registradas en el verano 2022.

En cuanto a la distribución espacial de la fauna, teniendo en cuenta los ambientes (costa, morrenas y terrazas, en la Tabla 42 se registran el número total de las veces en que se observó presencia de uno de los ejemplares en los distintos ambientes.

Tabla 42: distribución de las especies de macrofauna en los ambientes.

Especie	Costas	Morena	Terraza	Total
Pingüino Adelia (<i>Pygoscelis adeliae</i>)	2482	54	24	2560
Albatros	1			1
Cormorán antártico (<i>Leucocarbo bransfieldensis</i>)	12			12
Elefante Marino (<i>Mirounga leonina</i>)	29		1	30
Foca cangrejera (<i>Lobodon carcinophagus</i>)	12		2	14
Focas Weddel (<i>Leptonychotes weddellii</i>)	465		19	484
Foca Leopardo (<i>Hydrurga leptonyx</i>)	4			4
Gaviota cocinera (<i>Larus dominicanus austrinus</i>)	15			15
Gaviotin Antártico (<i>Sterna vittata</i>)	278	78	20	376
Lobo fino antártico (<i>Arctophoca gazella</i>)	2776	5	215	2996
Pingüino Papua (<i>Pygoscelis papua</i>)	79	2	1	82
Petrel damero (<i>Daption capense</i>)	3			3
Petrel de las nieves (<i>Pagodroma nivea</i>)	2			2
Petrel gigante (<i>Macronectes giganteus</i>)	101	3	1	105
Skua (<i>Catharacta chilensis</i>)	560	21	82	663
Skua Polar (<i>Catharacta maccormiki</i>)	1			1
Petreles de Wilson (<i>Oceanites oceanicus</i>)	55			55
Total	6875	163	365	7403

Entre las aves no voladoras arribaron al cabo a mitad de campaña cerca de mil ejemplares juveniles de Adelia provenientes posiblemente de la bahía Esperanza. También se observó depredación de ejemplares de Adelia por parte de las escúas y los petreles gigantes, principalmente en los márgenes costeros y, ocasionalmente, en la zona de la terraza inferior, donde se encontrarían individuos errantes de Adelia. Aunque se ha observado la presencia de ejemplares de Adelia, no forman colonias en la Isla. Los Petreles gigantes habitaron el cabo durante varios días en grupos de hasta 40 ejemplares.

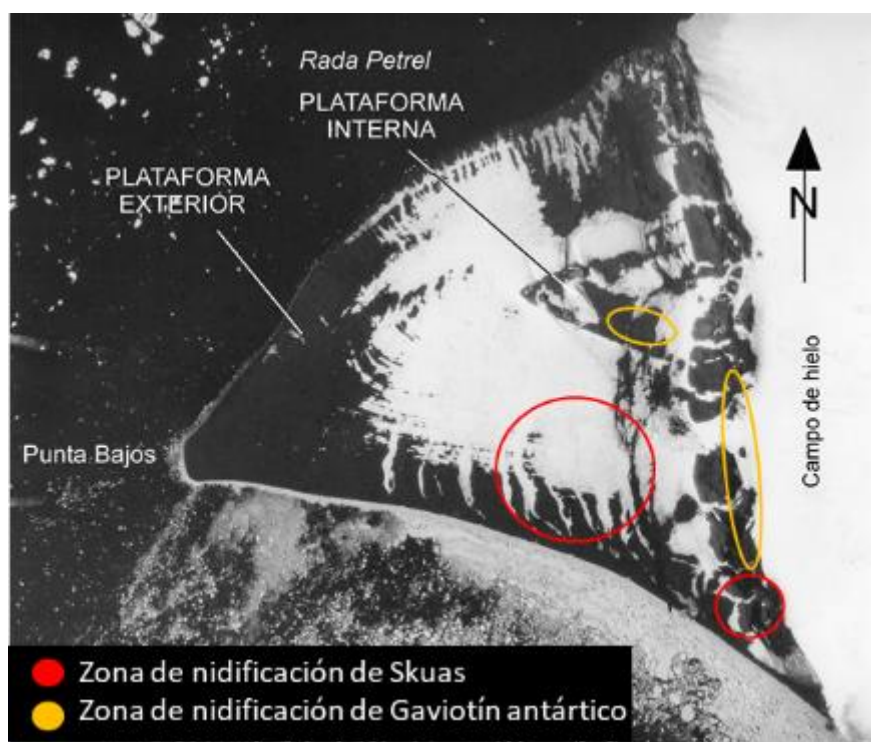


Figura 136: Áreas de nidificación de escúas (*Stercorarius antarcticus*) y los gaviotines (*Sterna vittata*).

Los mamíferos marinos solían descansar a lo largo del margen costero y en los cauces; se hallaron varias especies y su tendencia fue al aumento, llegándose a registrar casi 500 individuos en una jornada. Los primeros días la costa era visitada y habitada principalmente por Focas Weddel (*Leptonychotes weddellii*) y cangrejeras (*Lobodon carcinophagus*) éstas últimas sobre los packs de hielo. Pasadas las dos primeras semanas, casi en simultáneo con la llegada de los Adelia, aumentó el número de Lobo fino antártico (*Arctophoca gazella*) llegándose a contabilizar 400 ejemplares en una jornada.



Figura 137: Algunas de las especies halladas en el cabo Welchness fueron escúas, petreles gigantes, lobo fino antártico y focas de weddel- Febrero 2022.

Al igual que lo observado en el relevamiento del verano 2014/2015 la flora del cabo fueron musgos y líquenes, estos últimos desarrollándose en toda la superficie, incluso en los lugares secos. Además, se registró la presencia de tapetes microbianos en las lagunas y chorrillos. Siendo la presencia de agua uno de los factores de mayor relevancia en el desarrollo de la flora y con el objetivo de identificar las zonas vegetadas se relevó el posicionamiento GPS de 68 cauces y chorrillos del cabo y se tomaron muestras de la vegetación (musgos y líquenes) acompañante.



Figura 138: relevamiento de flora en cauces y chorrillos – Febrero 2022

Los líquenes fueron el grupo dominante, con desarrollo observado en 38 de los 68 cauces, de los cuales sólo el 7% eran cauces con agua o en su capacidad de campo. El segundo grupo en dominio fueron los musgos, hallados en 31 (de 68) cauces, de los cuales el 55% correspondían a cauces con agua o en su capacidad de campo; era común encontrar musgos inactivos reconocibles por su coloración marrón. El último grupo corresponde a la flora microbiana asociados a agua dulce permanente o transitoria, registrada en 17 (de 68) cauces, con un 82% de cauces con agua o en su capacidad de campo.



Figura 139: En la imagen se observa una carpeta de musgos registrada sobre la costa sur.

Objetos de Conservación en el área

En la zona local de la Isla Dundee se pueden encontrar diversos objetos de conservación. En relación a las ZAEPs se puede observar que en la zona sólo está cercana la ZAEP N°148 Monte Flora, en la Bahía Esperanza, distante unos 40 km. Esta área protegida tiene como objetivo preservar la formación fósil Monte Flora, de importancia significativa para la historia evolutiva de la Antártida.

En la figura 140 se observa que sí posee una importante presencia en la cercanía de la Isla Dundee son las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs). Si bien la isla no posee AICAs, están presentes en las islas cercanas. Así por ejemplo tenemos la 065 – Eden Rocks y 066- Isla Paulet muy próximas a la Isla Dundee. Existen 3 AICAs en la Isla Joinville, dos en el externo de la península Tabarin y tres más (062, 063 y 064) al oeste de Isla Dundee.

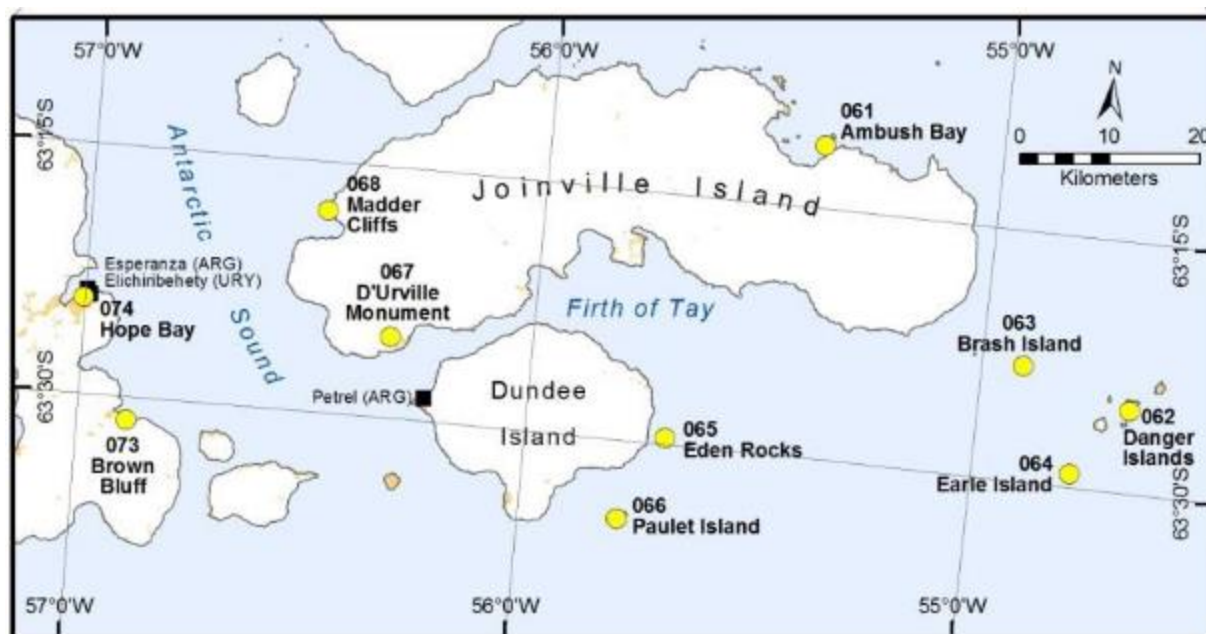


Figura 140: ubicación de las AICAs en las cercanías de la Isla Dundee. Tomado de Harris et al (2015)

Teniendo en cuenta las AICAs más cercanas podemos mencionar que la 065 Eden Rocks. Se clasifica por la presencia de la colonia de pingüinos de Adelia (*Pygoscelis adeliae*) y comprende dos rocas que se elevan a unos 90 m y el mar intermedio. En 1996 se registraron dos grandes colonias de pingüinos de Adelia criando en Eden Rocks, con aproximadamente 20 000 parejas en la colonia oeste y 26 750 parejas en la colonia este (un total de entre 44 249 y 49 460 parejas). Otros reproductores confirmados en la zona son el petrel del Cabo (*Daption capense*) y el skua (*Catharacta spp.*). Entre los visitantes ocasionales se encuentran el petrel gigante del sur (*Macronectes giganteus*), el págaló nival (*Chionis albus*), el paíño de Wilson (*Oceanites oceanicus*) y la gaviota cocinera (*Larus dominicanus*).

Respecto a la AICA 066 la isla Paulet está situada a unos 5 km al sureste de la isla Dundee, al este del norte de la península de Trinidad, en el golfo de Erebus y Terror. El cono volcánico extinto y sin hielo tiene 1,7 km de diámetro y se eleva a 350 m de altura (ATS Visitor Site Guide: Paulet Island, consultado el 06/08/2010). La IBA se clasifica sobre la base de las colonias de pingüino de

Adelia (*Pygoscelis adeliae*) y cormorán imperial (*Phalacrocorax [atriceps] bransfieldensis*) presentes y la gran concentración de aves marinas, y comprende toda la isla.

Las laderas sur y oeste de la isla están cubiertas de pedregales. Una terraza plana al norte y al noreste, cuyo acceso está restringido a los visitantes, se sumerge con frecuencia durante la marea alta. El sitio histórico y monumento N° 41 está situado en la isla Paulet, y comprende una cabaña de piedra, un mojón de roca y una tumba procedentes de la expedición sueca al Polo Sur de 1901-2004.

Según Harris *et al* (2015) se registraron aproximadamente 100000 parejas reproductoras de pingüino de Adelia criando alrededor de lagos de agua de deshielo y en crestas elevadas en el noreste de la isla Paulet en 1999. En 2007 se registraron aproximadamente 465 parejas reproductoras de cormorán moñudo imperial criando entre los pingüinos de Adelia. Más recientemente, el Antarctic Site Inventory informó de 548 parejas reproductoras de cormorán imperial en enero de 2012. Registros anteriores indican que la mayoría de los cormoranes anidan en una pila basáltica y un acantilado cercano en la costa norte. Se estimó que 300 parejas de Petrel de las Nieves (*Pagodroma nivea*) se reproducían en la isla Paulet en 1992. La gaviota cocinera (*Larus dominicanus*) también es un reproductor confirmado, mientras que el peto nival (*Chionis albus*) y el paíño de Wilson (*Oceanites oceanicus*) se observan con frecuencia y pueden reproducirse en la zona.

Otra AICA cercana, ubicada en la Isla Joinville es la 067 - D'Urville Monument, es una pequeña zona libre de hielo (127 ha) al suroeste de la isla de Joinville, en la orilla norte de Estrecho Active y frente a Rada Petrel. La IBA se clasifica en función de la concentración de aves marinas presentes (en particular el pingüino Adelia (*Pygoscelis adeliae*)) y abarca la zona libre de hielo del lugar. Aproximadamente 10 000 parejas de pingüino Adelia y más de 670 parejas de pingüino Papúa (*Pygoscelis papua*) se reproducen en el Monumento D'Urville.

6.1.4 Problemas y Amenazas

Para poder analizar los impactos que la renovación de la Base Petrel vamos a establecer primero el contexto en el cual está inmersa la región. Para valorizar el impacto real de las actividades propuestas en los valores de conservación del área en el corto, mediano y largo plazo, es necesario describir los procesos que pueden afectar la conservación en la actualidad o amenazas a futuro en la zona.

Los ecosistemas antárticos (terrestres y marinos) están siendo afectados por forzantes globales (Morley *et al*, 2020) y forzantes locales (Grant *et al*, 2021) que se manifiestan, en ambos casos, en impactos observados en décadas pasadas o en amenazas previstas para las próximas décadas. Estos grupos de factores globales han venido provocando cambios en el medio ambiente antártico y en sus ecosistemas dependientes y asociados y han generado, en las últimas décadas, nuevos problemas ambientales. Además, la mejor ciencia disponible predice que la situación empeorará en las próximas décadas si no se toman medidas para su mitigación en las zonas correspondientes. A continuación, realizaremos un breve análisis de las presiones ambientales de la región del Norte de la Península Antártica a los fines de establecer el contexto donde se llevarán

a cabo las acciones de este proyecto y en especial para poder obtener un diagnóstico general de cómo estos procesos afectarán al proyecto presentado.

6.1.4.1 Procesos Antrópicos

En este punto se describen los procesos antrópicos que hay en la región del norte de la península antártica para poder establecer las presiones que las actividades humanas ejercen sobre la zona de influencia de la Base Petrel. Todo el continente antártico está bajo presiones causadas por factores ambientales que actúan como forzantes de cambio que obligan a evaluar las amenazas presentes en la zona donde cada actividad se va a realizar, especialmente para hacer una adecuada valorización de los impactos ambientales acumulativos.

La Península Antártica occidental está experimentando el cambio medioambiental más rápido del continente (y uno de los más críticos del mundo). La temperatura de la superficie del mar en algunas regiones costeras ya ha alcanzado las temperaturas previstas inicialmente para 2100 y junto con una atmósfera que se ha calentado casi 3 °C desde 1951, estos cambios se han relacionado con el colapso de varias plataformas de hielo antárticas, el retroceso de la mayoría de los glaciares y la exposición de nuevos hábitats terrestres. De hecho, el año 2020 marcó un nuevo récord de temperatura de 18,3 °C (64,9 °F), registrado durante el verano austral en la estación Esperanza de Argentina, muy cerca de la Base Petrel.

Estas tendencias están provocando cambios medioambientales que afectan gravemente a todo el ecosistema, desde las comunidades del fondo marino hasta los principales depredadores. Por ejemplo, las densidades de krill en la región han disminuido drásticamente, y la población ya ha desplazado su distribución hacia el sur y más cerca de las plataformas de hielo antárticas. El cambio climático no sólo está perturbando la red trófica centrada en el krill, sino que también está abriendo nuevos caladeros y permitiendo actividades pesqueras durante períodos más largos, a medida que se reduce el hielo (en todas sus formas). Además, las regulaciones actuales de la pesca de krill no tienen en cuenta las consideraciones del cambio climático, lo que plantea retos adicionales para la conservación y gestión del océano Antártico.

Respecto a las actividades humanas en la región, como suele suceder, la mayor concentración de estas dentro de la Antártida es en la región de la Península Antártica. Por ejemplo, en primer término, al analizar la pesca de krill menciona que si bien comenzó en 1961 se intensificó a partir de la década de 1970. Durante los últimos diez años, probablemente debido a la disminución en la extensión del hielo marino, la distribución espacial de la pesquería se fue desplazando hacia el sur y hoy se encuentra concentrada principalmente en las siguientes regiones: i) Mar de la Flota, entre el extremo norte de la Península Antártica y las Islas Shetland del Sur; ii) noroeste de la Isla Coronación en las Islas Orcadas del Sur; y iii) norte de las Islas Georgias del Sur. En la figura 271 se puede observar la intensidad de uso de las pesquerías de krill en el norte de la península.

Otra actividad humana de mucha importancia en la zona es el transporte marítimo. En este sentido Capurro (2019) menciona que, en cuanto a la intensidad del transporte marítimo, se observan que algunos sectores fueron más intensamente utilizados por las embarcaciones. Por ejemplo, en la región NOPA se destacaron los alrededores de las Islas Shetland del Sur llegando hasta Isla Decepción, y el oeste de la Península Antártica especialmente en el Estrecho de Gerlache. En la Figura 141 se observa esta situación y la alta intensidad en la zona cercana a la Isla Dundee.

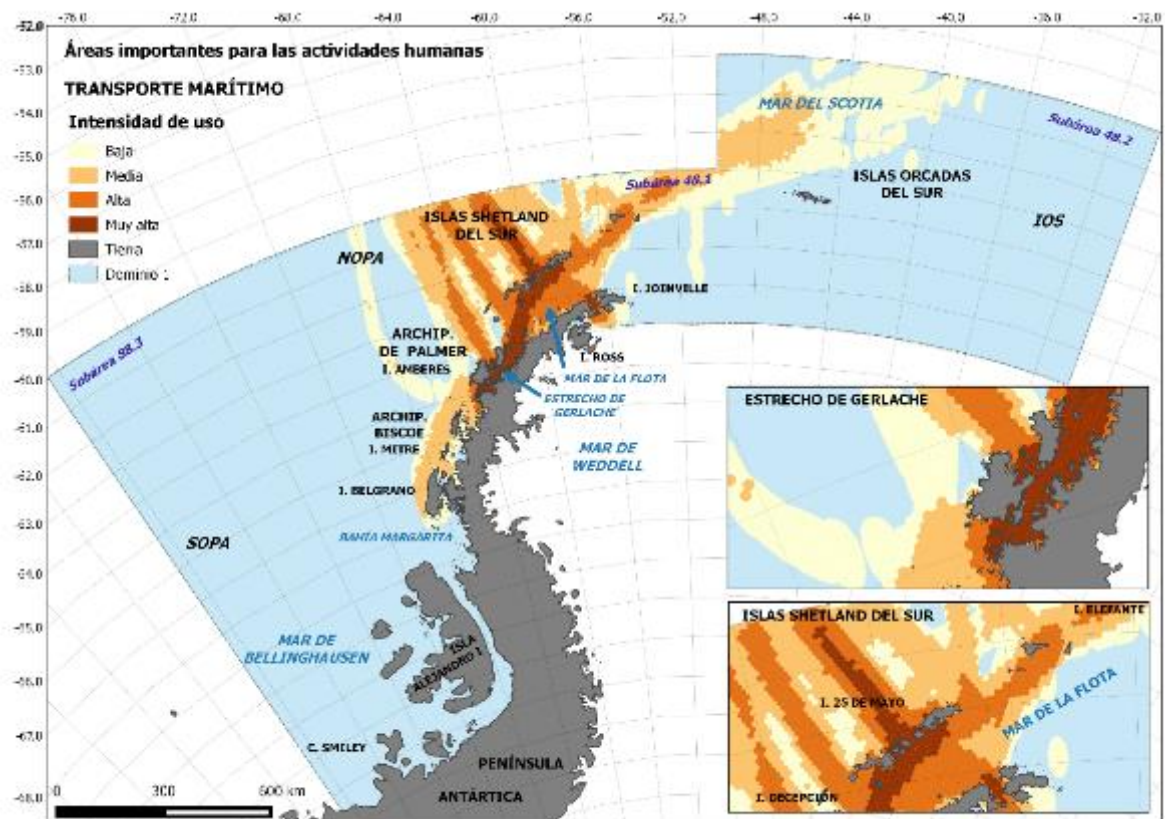


Figura 141: Distribución espacial e intensidad de uso del transporte marítimo (tomado de Capurro, 2019).

Una actividad humana de importancia significativa en la Península Antártica, y particularmente en el Norte de esta es el turismo. La región recibe cada año más del 95% de todo el turismo antártico, que en la temporada anterior a la pandemia de COVID-19 consistió en más de 74.000 visitantes durante el verano austral, una tendencia creciente que sigue en aumento.

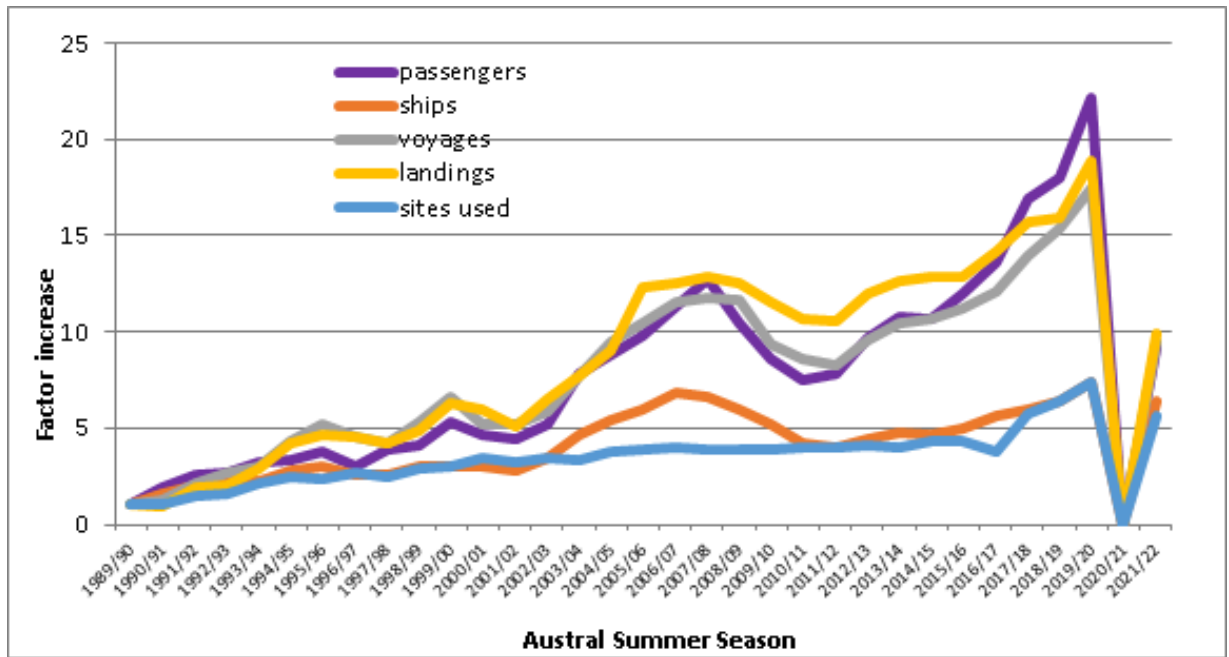


Figura 142: desarrollo del turismo antártico desde el año 1989 (Tomado de RCTA44 ip43 de IAATO)

De acuerdo con la IAATO (RCTA44 ip 043) haciendo una comparación del factor de incremento en diferentes aspectos de esta actividad (número de pasajeros, buques, viajes, desembarcos realizados y lugares utilizados). Si bien la pandemia de COVID-19 provocó que las expediciones de IAATO Operator durante la temporada 2020-21 se limitaron a dos expediciones individuales y 15 clientes en la Península Antártica. Sin embargo, durante la temporada 2021-22 todo el turismo marítimo comercial tradicional con desembarcos alrededor de la Península fue realizado por Operadores de la IAATO. La Figura 143 proporciona una visión detallada del número de pasajeros, viajes, desembarques, lugares y embarcaciones durante las últimas cinco temporadas muestra el crecimiento de la industria durante el período 2016-2021.

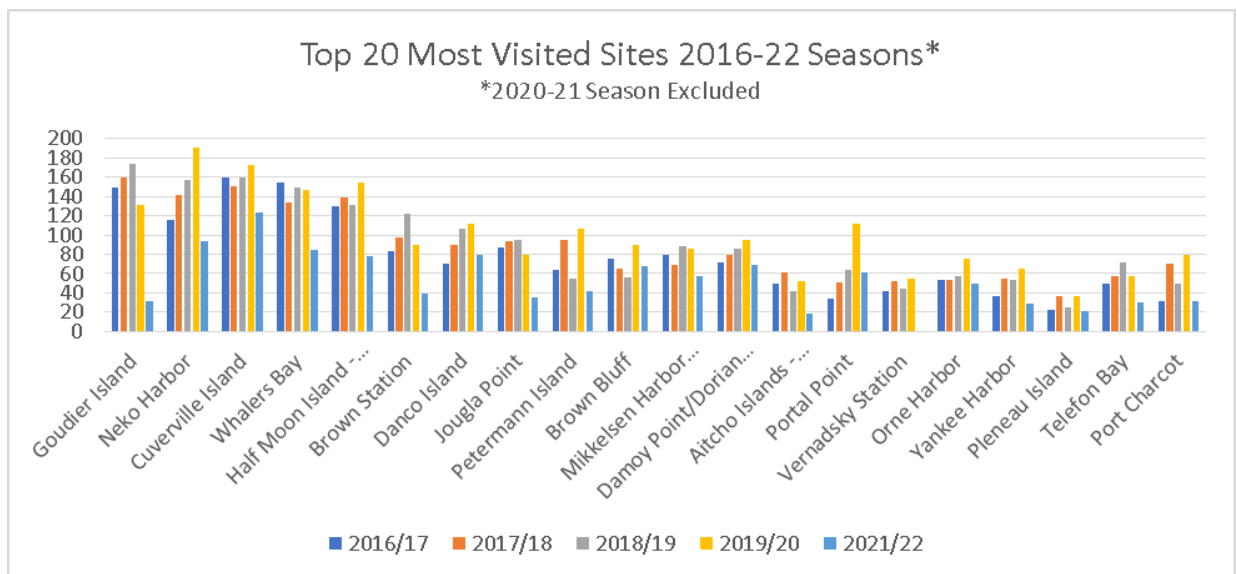


Figura 143: los 20 sitios más visitados en el periodo 2016-2020 según IAATO (Tomado de RCTA 44 ip43).

Según IAATO (RCTA44 ip 43) se observó en los últimos años que, si bien los niveles generales de turismo siguieron aumentando antes de la pandemia de COVID-19, el aumento no es uniforme en todos los lugares de visita. Unos pocos sitios siguen siendo muy populares con un mayor aumento de la actividad, mientras que en otros sitios se produjo un descenso de la actividad. Se cree que el patrón de aumento concentrado se explica en parte por la popularidad de estos lugares por su acceso fiable, la facilidad de gestión de los visitantes y su valor estético e interés histórico. Además, factores como los patrones de hielo y el clima contribuyen en gran medida a la selección de los lugares y a los patrones de visita, ya que permiten o restringen el acceso.

El crecimiento y la diversificación del turismo antártico en las últimas décadas han sido objeto de numerosos estudios. Sin embargo, los impactos medioambientales asociados a esta actividad han recibido menos atención a pesar del creciente número de estudios que examinan las cuestiones medioambientales relacionadas con el turismo antártico. Además de plantear importantes cuestiones de investigación, los posibles efectos negativos de las visitas turísticas a la Antártida son también un tema debatido por las Partes Consultivas del Tratado Antártico (Tejedo *et al*, 2022). Los impactos acumulativos del turismo han recibido poca atención, y sólo en contadas ocasiones se ha hablado de programas de seguimiento exhaustivos y a largo plazo, lo que nos lleva a suponer que tales programas a largo plazo son escasos. Y lo que es más importante, no siempre existen conexiones entre la investigación y la política o la gestión (Tejedo *et al*, 2022).

Un análisis realizado por Tejedo *et al* (2022) permitió identificar una amplia gama de impactos potenciales y medidos derivados de las actividades turísticas antárticas. Tomaron tres grandes grupos de actividades: terrestres, marítimas y aéreas. Los impactos negativos reales sólo se han confirmado como derivados de las actividades turísticas en un número muy limitado de casos, que se centraron en gran medida en los efectos sobre el suelo y la vegetación (debido al pisoteo), la perturbación de la macrofauna (principalmente pingüinos y aves marinas, pero también en relación con algunos mamíferos marinos), la posible introducción de especies no autóctonas y la contaminación (por ejemplo, desechos marinos o gases de efecto invernadero). Sin embargo, en muchos casos no se ha cuantificado adecuadamente la magnitud de estos impactos sobre los ecosistemas antárticos.

Los posibles impactos ambientales negativos derivados del turismo antártico incluyen contaminantes químicos; impactos sobre la geología, la geomorfología y el suelo; consecuencias limnológicas y microbiológicas; e impactos sociales/dimensiones humanas. En otros temas, como la fauna terrestre y las especies alóctonas, hay más variabilidad en los resultados, ya que numerosos estudios sobre estos temas no han podido demostrar que la presencia de turistas genere impactos negativos en el componente del medio ambiente analizado.

Finalmente podemos concluir que, si bien hay discusión sobre el real impacto del turismo antártico, sí está confirmado que el Norte de la Península Antártica tiene el mayor número de visitas por parte del turismo, los impactos ambientales derivados de esta actividad son más significativos en esta zona y su suman como impactos acumulativos con la presencia de las bases

antárticas. Este es un punto significativo dado que la presencia de estaciones científicas y sus programas nacionales de investigación también se concentra en el norte de la península antártica.

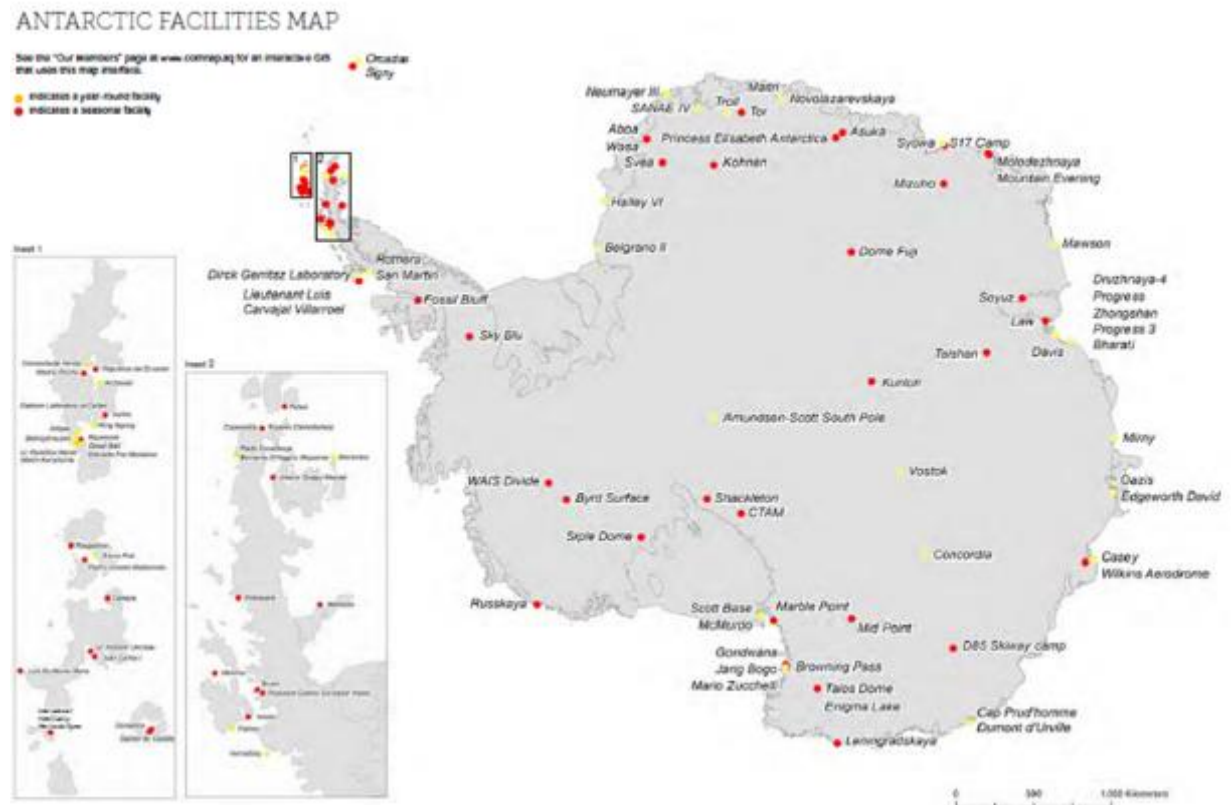


Figura 144: mapa con la ubicación de las estaciones antárticas (Tomado de COMNAP Antarctic Facilities Map)

Según Pertierra *et al* (2017), desde un punto de vista general, la Antártida está sometida a menos actividad humana que la mayoría de las demás zonas de la Tierra; sin embargo, a una escala espacial más fina, muchas zonas costeras sin hielo están sometidas a una presión cada vez mayor por parte de las actividades humanas y se han registrado impactos humanos sustanciales, como la destrucción de hábitats y la perturbación de la vida salvaje (Pertierra *et al*, 2017). Estos autores mencionan que “La Península Antártica obtuvo algunos de los valores de huella más altos, y en particular las zonas libres de hielo de las Islas Shetland del Sur y el norte de la Península Antártica, donde se concentran numerosas estaciones y lugares de visita”. La Base Petrel por lo tanto se encuentra ubicada en una de las áreas con mayor impacto por las actividades humanas (ciencia, turismo, pesca, etc.) y por lo tanto las acciones de este proyecto no tendrán efectos sobre ecosistemas prístinos o con bajo impacto.

En relación con las actividades humanas de la zona, Pertierra *et al* (2027) mencionan que “En particular, los alrededores de las estaciones Frei, Escudero, Bellinghausen y Great Wall en la Península Fildes (Isla 25 de Mayo, Islas Shetland del Sur) muestran el mayor grupo de píxeles en la región de la Península Antártica con una puntuación de huella de más de 90 en un área de 4,5 km². En este trabajo se observa que las puntuaciones de la huella humana se mantuvieron moderadamente altas a lo largo del lado occidental de la Península Antártica, pero disminuyeron

al sur de la latitud 67°S. Por el contrario, los valores de la huella en el lado oriental de la Península Antártica fueron sustanciales sólo en latitudes por encima de 65°S”.

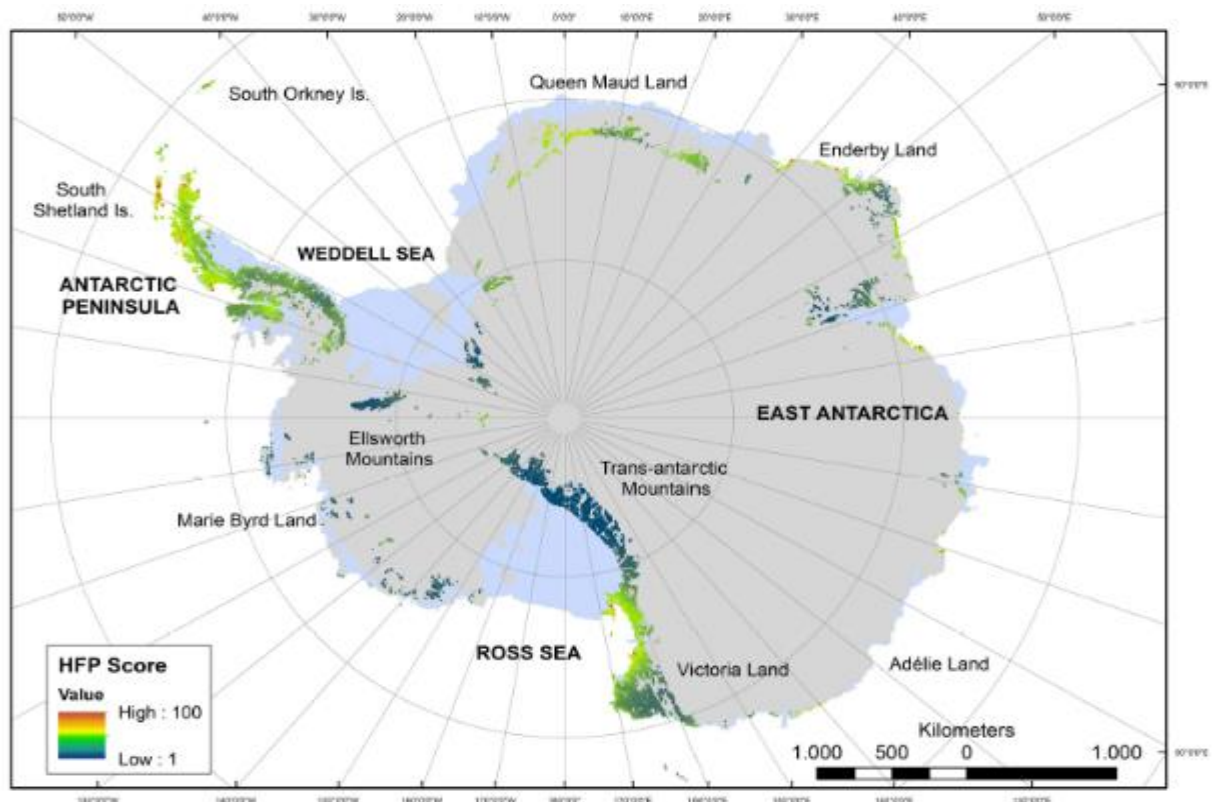


Figura 145: huella de las actividades humanas en la Antártida (Tomado de Pertierra et al, 2017)

Finalmente podemos afirmar que la región del norte de la Península Antártica es un punto caliente de biodiversidad muy amenazado por el cambio climático y sujeto a presiones crecientes de otras actividades humanas, y ha sido identificada como un área prioritaria para la conservación (Capurro, 2021). La región donde se ubica la Base Petrel posee los valores mayores de presión de las actividades humanas (estaciones científicas, tareas de investigación, logísticas, turismo y pesca).

6.1.4.2 Problemas y amenazas de las especies no nativas

Las invasiones biológicas constituyen en todo el mundo una de las amenazas más importantes a la biodiversidad, arriesgan la supervivencia de las especies y son responsables de grandes cambios en la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas, por ese motivo las especies no autóctonas son una de las principales amenazas para la biodiversidad a nivel mundial. En el caso de la Antártida en 1964, el Sistema del Tratado Antártico (STA) estableció la prohibición de la introducción de especies no nativas al continente antártico, en las “Medidas Acordadas para la Conservación de la Fauna y Flora Antártica”, medidas que ya no se encuentran vigentes y que indicaban una serie de excepciones a esta prohibición, como los perros de trineo. Finalmente, la introducción “intencional” quedó prohibida desde la puesta en vigencia del Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del medio Ambiente Antártico. Pese al aislamiento y a las duras condiciones climáticas de la Antártida, la invasión de especies se reconoce actualmente como un grave riesgo para la

región: las áreas libres de hielo de la Antártida y las islas subantárticas que las circundan albergan una gran proporción de las especies de aves marinas del mundo, y sus biotas terrestres, pese a no contar con una gran cantidad de especies, incluyen una gran proporción de taxones endémicos y bien adaptados (Resolución 4 – 2016).

Esta situación se da, porque a pesar de la prohibición del Protocolo en la actualidad la introducción de especies no nativas de manera “no intencional” y su establecimiento en la Antártida representa una de las amenazas más importantes a su biodiversidad, tanto a nivel de especies individuales como a nivel de funcionamiento y estructura de ecosistemas. Las causas de esta situación son dos. Por un lado, se debe tener en cuenta que el cambio climático se está manifestando a gran velocidad en algunos sectores de la Antártida, por lo que es probable el aumento de la cantidad de especies introducidas y que resulte favorecida la colonización por parte de especies no autóctonas, con el consiguiente aumento de su impacto sobre los ecosistemas, como ya puede apreciarse en las islas subantárticas. La otra causa es el aumento cada vez mayor del traslado de personas por medio de buques y aviones a la Antártida para realizar distintas tareas (logísticas, de investigación, turismo, etc.), las cuales pueden potencialmente trasladar organismos exóticos o sus propágulos (McCarthy, Peck, Hughes, Aldridge, 2019)

Entonces la probabilidad de tales invasiones depende del número de propágulos de especies exóticas que ingresan a la región (lo cual se incrementa potencialmente con el número de visitas), su probabilidad de establecimiento (lo cual aumenta con el cambio climático) y la medida en que estas especies establecidas pueden propagarse y alterar los ecosistemas locales. Comprender las fases iniciales de dispersión y establecimiento es especialmente importante para aplicar medidas de gestión que minimicen los riesgos que plantean las especies exóticas invasoras porque el proceso de invasión es contingente; es decir, una especie no puede extenderse a una nueva área si sus propágulos no han llegado y se han establecido (Chown et al, 2012). La conclusión en relación a esta problemática es que una especie no puede extenderse a una nueva área si sus propágulos no han llegado y se han establecido.

El proceso de llegada y establecimiento de especies no nativas a través de la actividad humana en la Antártida se conoce relativamente bien. La presión de propágulos, de semillas, fragmentos de plantas, invertebrados vivos y hongos, se aplica a través de una variedad de vectores, incluidos los visitantes humanos migratorio. Las vías antropogénicas incluyen programas antárticos nacionales y aviones y barcos de operadores turísticos, que en cuestión de horas o días pueden atravesar las aguas que rodean a la Antártida. Las rutas a menudo consisten en múltiples puntos de visita, algunos incluso inician en el hemisferio norte, ya que muchos programas y operadores tienen intereses bipolares, lo que permite el transporte de propágulos de taxones adaptados al frío, a través de hemisferios (Bergstrom, 2021).

Una de las vías más frecuentes y eficaces de introducción de especies no nativas, es por transporte humano. La indumentaria (bolsillos de ropa, botas, cierres velcro de prendas), el equipo personal (mochilas, bolsos, estuches de cámaras, trípode) así como el instrumental científico y las herramientas de trabajo pueden funcionar como vectores efectivos para el transporte de larvas

de insectos, semillas, o propágulos que podrán desarrollarse en las condiciones del medio antártico, especialmente a partir de los efectos del cambio climático, y convertirse así en una especie invasora. Recientes trabajos, incluido el proyecto del Año Polar Internacional “Aliens en la Antártida” han identificado las vías principales y los vectores de introducción no intencional de las ENN en la región.

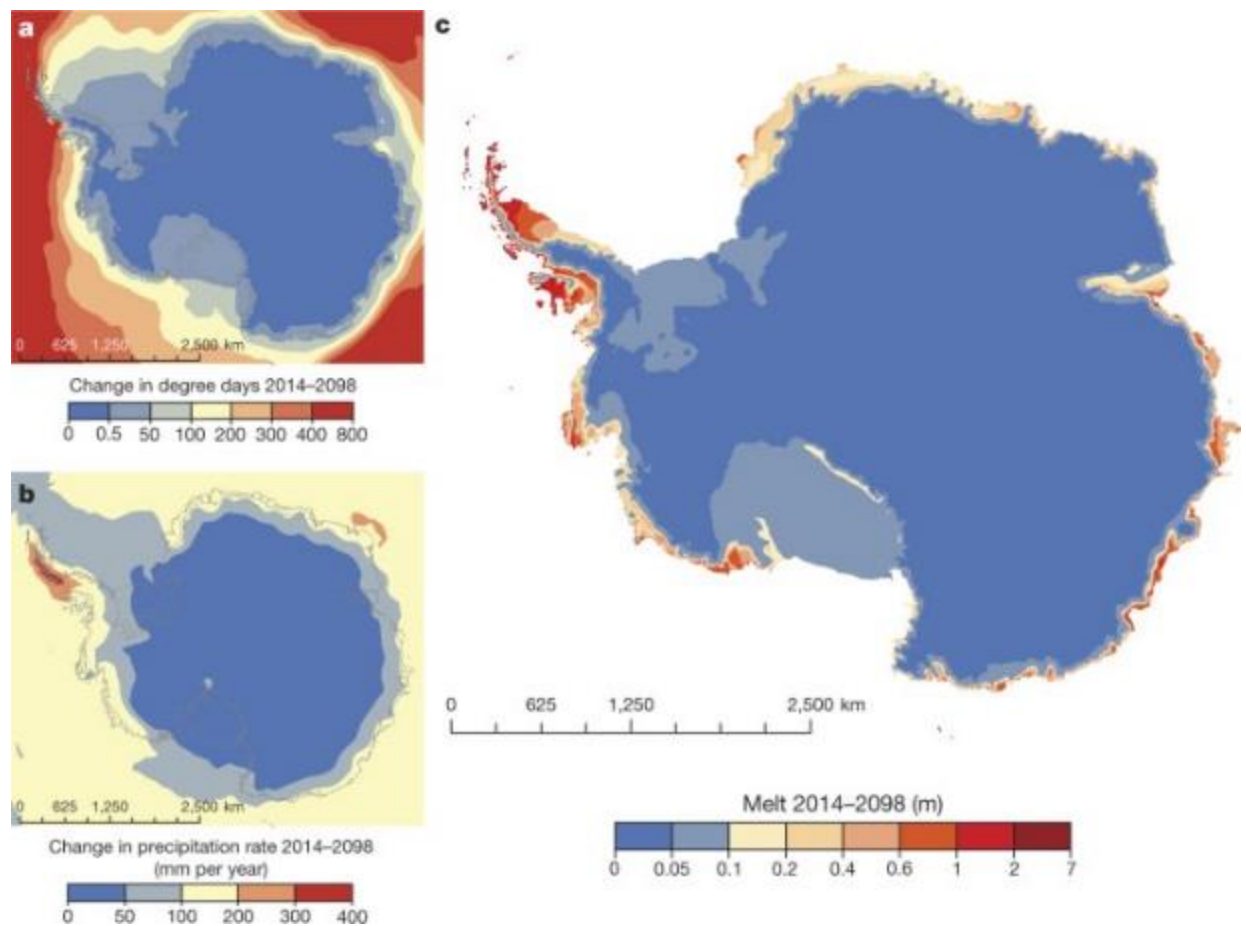


Figura 146: cambios en la temperatura, precipitaciones y derretimiento el hielo en Antártida. En los tres casos se observa que la situación más grave es en norte de la Península Antártica. Tomado de Lee et al (2017)

Lo anterior se agrava por la situación de los forzantes globales de cambios en los océanos australes como el agujero de ozono, los cambios en los sistemas de vientos y en los regímenes de temperatura que tienen entre sus consecuencias en la Antártida la pérdida de hielo marino, la retracción de los glaciares y la acidificación y calentamiento del océano (Morley et al; 2020). Esta situación global se cruza con la situación de los forzantes locales de cambio (actividades o procesos que causan cambios físicos o ecológicos) y que influyen en los ecosistemas antárticos (Grant et al, 2021). Entre los efectos más significativos señalados por este trabajo está el aumento potencial de la invasión de especies.

De manera particular podemos analizar la situación de la Península Antártica y el cual es señalado como una de las regiones con mayor riesgo de asentamiento de especies no nativas (en especial el norte de la misma). Esto se debe a que por un lado es una de las regiones del planeta con mayor efecto del cambio climático. Resultados globales para Antártida mencionan que en el

último siglo la temperatura promedio anual ha ascendido aproximadamente 1,2°C (Vaughan et al, 2003), pero sin embargo el Informe del Comité de Investigaciones Científicas Antárticas SCAR podemos mencionar que en relación con la temperatura superficial se ha observado una tendencia al aumento significativa a través de toda la península antártica desde 1950, siendo más importante en la parte oeste y norte de la península.

Las temperaturas en el lado este de la península antártica han mostrado elevaciones mayores durante los veranos y otoños, con un aumento promedio de +0,41°C por década (Turner *et al*, 2009). Esta situación se agravaría según la mayoría de los escenarios de cambio climático estudiados. Los grados-día acumulados en la Antártida sin hielo calculados utilizando los climas pronosticados para 2100 sugieren que el riesgo de establecimiento de especies exóticas sigue siendo más alto en el área de la Península Antártica (Chown *et al*, 2012).

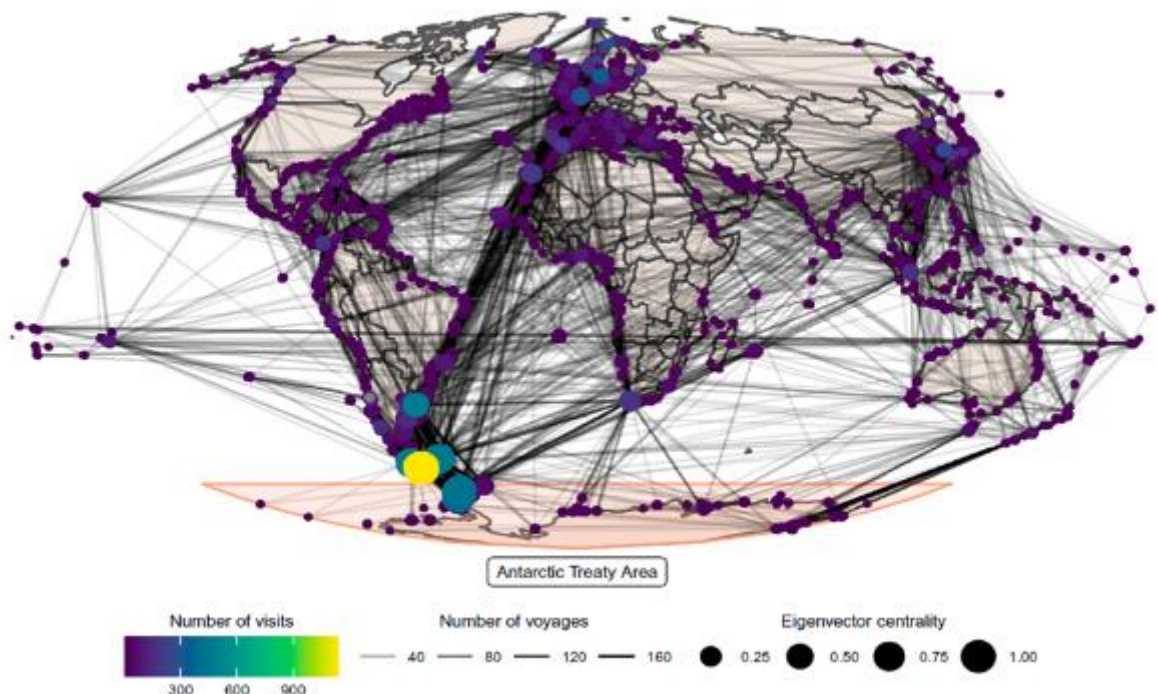


Figura 147: Red mundial de tráfico puerto a puerto de todos los buques que visitaron la Antártida de 2014 a 2018. Los buques conectan la Antártida con todas las regiones del mundo, con importantes centros en Sudamérica y conexiones especialmente sólidas a través del Atlántico con Europa. Las líneas representan viajes entre lugares, y las líneas más oscuras indican más viajes, pero las líneas no reflejan el trayecto recorrido. Tomado de McCarthy, Peck, & Aldridge (2022)

En relación con la otra componente causal del problema, el número de visitas. La península antártica es la región de la Antártida con mayor cantidad de bases, con mayor cantidad de visitas turísticas y con mayor intensidad de tráfico aéreo y de navegación (McCarthy, Peck, Hughes, Aldridge; 2019). Esto transforma a esta región, en especial al norte de la península, en la región con mayor riesgo potencial de asentamientos de especie no nativas. Esta situación se vio reflejada al calcular un índice de riesgo, basado en la presión y el origen de los propágulos, y la idoneidad climática de las áreas libres de hielo del continente, el cual señaló que la costa de la Península

Antártica Occidental y las islas frente a la costa de la Península tienen el mayor riesgo actual de establecimiento de especies exóticas (Chown *et al*, 2012).

Debe tenerse presente que las especies invasoras, son aquellas especies no autóctonas que están ampliando su rango en la región antártica colonizada, lo cual causa el desplazamiento de las especies autóctonas y ocasiona un daño significativo a la diversidad biológica o al funcionamiento de los ecosistemas. Por otro lado, se entiende por Especies no autóctonas/exógenas a organismos que se manifiestan fuera de su actual o anterior rango y potencial de dispersión natural, cuya presencia y dispersión en cualquier región biogeográfica del área del Tratado Antártico se debe a una acción humana no intencional.

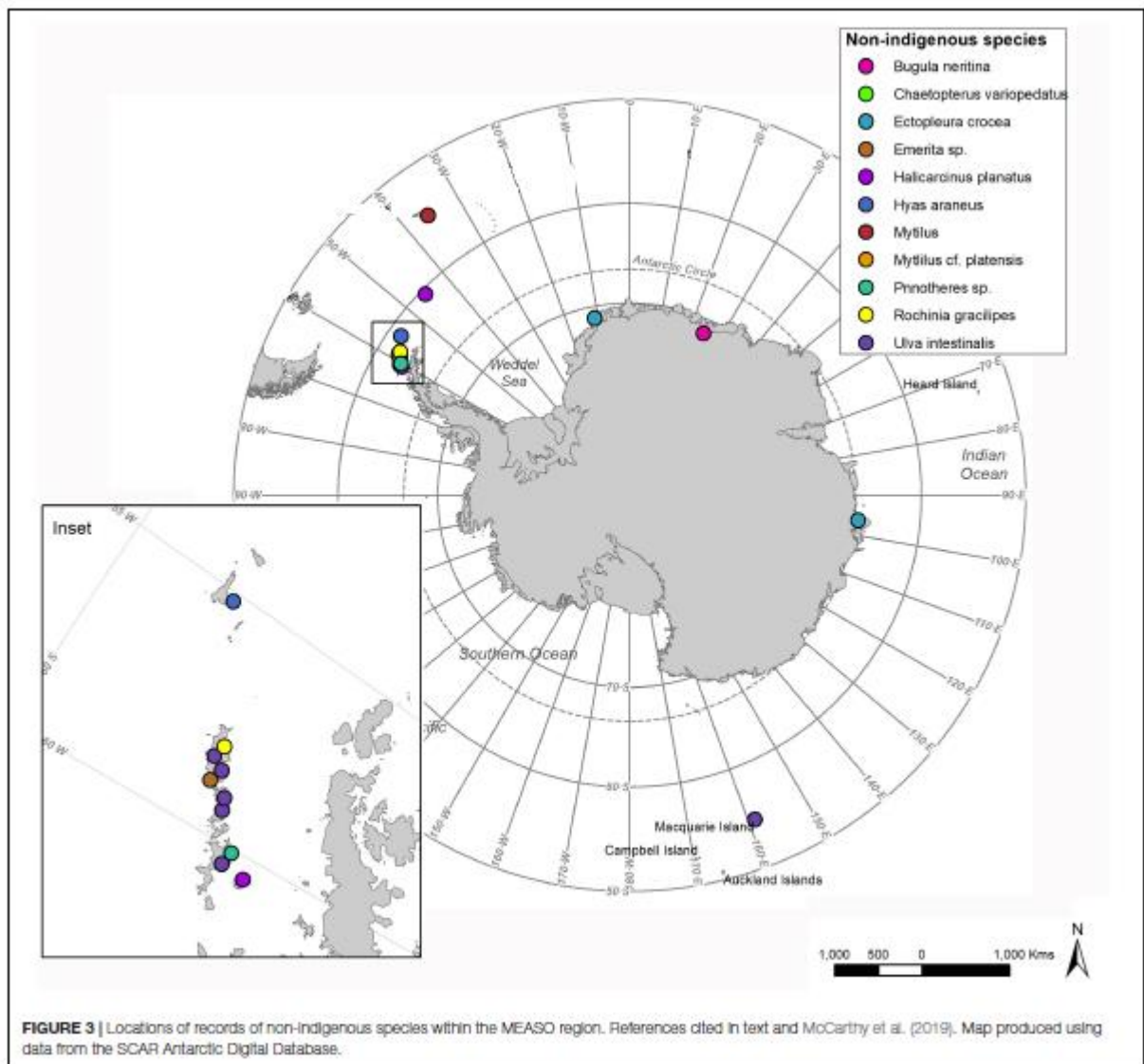


Figura 148: mapa donde se observa la ubicación de los sitios donde se han detectado especies no nativas en Antártida (modificado de Morley *et al* (2020)).

Las primeras introducciones de organismos no nativos a la Antártida e islas subantárticas se remontan al siglo XVIII, de la mano de los primeros exploradores y de las expediciones focueras. Desde entonces, numerosas especies fueron introducidas deliberada o accidentalmente en áreas cercanas y al sur de la Convergencia Antártica. Si bien la mayoría de

ellas no lograron desarrollarse al sur de los 60 grados sur, algunas de ellas se han establecido con éxito en las islas Subantárticas, provocando impactos de consideración sobre las especies locales. Así, aunque sólo dos especies no nativas de plantas (género *Poa*) se han establecido en forma persistente en las islas Shetland del Sur y en las costas de Punta Cierva (Península Antártica), más de 100 plantas vasculares no autóctonas se hallan presentes en prácticamente todas las islas Subantárticas. Algo similar ocurre con los invertebrados terrestres: mientras que son numerosas las especies no nativas en las islas subantárticas, sólo dos especies no autóctonas (un gusano y un jején) han logrado colonizar, aunque sin llegar a invadir, hábitats de las costas antárticas. Asimismo, existen evidencias que parecen indicar que algunos microorganismos han sido introducidos a la fauna antártica y se han extendido como consecuencia de las actividades humanas. La problemática de las especies no nativas es quizás la mayor presión ambiental en la región norte de la península antártica debido a los cambios ambientales y a la mayor presencia de las actividades humanas.

6.1.5 Impactos y amenazas del Cambio Climático en la Zona

El Cambio Climático es señalado como la presión ambiental más significativa en esta región de la Antártida. Desde que en 2009 el Comité Científico de Investigación Antártica (SCAR) publicara su histórico informe "Cambio Climático en la Antártida y el Medio Ambiente (Informe ACCE)" (Turner *et al.* 2009), esta organización ha venido detallando los impactos observados del cambio climático en la Antártida y estableciendo también las amenazas futuras de los diferentes escenarios climáticos. La última actualización del SCAR, "Antarctic Climate Change and the Environment: A Decadal Synopsis and Recommendations for Action" (Chown *et al.*, 2022), demuestra que este problema ha empeorado significativamente en las últimas décadas y que se esperan cambios importantes en las próximas décadas. Sin lugar a duda los mayores forzantes globales sobre el continente antártico están asociados al sistema climático y sus cambios.

Sin embargo para poder enmarcar la problemática ambiental actual (entendida en el marco de los sistemas complejos por su multicausalidad y por los diferentes niveles de análisis necesarios) queremos mencionar que aunque el cambio climático es una de las mayores preocupaciones en el mundo, diversos trabajos de investigación han demostrado que aunque el cambio climático es un problema importante, la modificación del hábitat y el uso de los recursos son los principales motores causantes de las pérdidas de diversidad (Caro *et al.*, 2022). Aunque la modificación del hábitat parece tener menos impacto en la Antártida, ha suscitado preocupación el aumento del estrés en los sistemas antárticos debido al cambio medioambiental global y al creciente interés por los recursos de la región (recursos pesqueros y minerales), pero no debe pasarse por alto que el aumento de la superficie libre de hielo y las actividades humanas probablemente aumenten, potencialmente la modificación de estos hábitats (Chown *et al.*, 2012).

La Península Antártica ha sido identificada como una de las zonas de nuestro planeta que más rápidamente se ha calentado durante los últimos 50 años (Vaughan *et al.* 2003). Cada vez hay más pruebas de que los lagos antárticos son indicadores sensibles del cambio climático (Quayle *et al.* 2002), además de valiosos centros de biodiversidad (Vincent & Laybourn-Parry 2008). A continuación, haremos un breves descripción de los impactos y amenazas del cambio climático para la península antártica de acuerdo a lo establecido en el último informe del SCAR, "Antarctic

Climate Change and the Environment: A Decadal Synopsis and Recommendations for Action" (Chown *et al*, 2022).

Este informe menciona que Hay pruebas científicas muy claras y convincentes de que, debido a la trayectoria actual de las emisiones de CO₂ y otros gases de efecto invernadero de origen humano, la atmósfera y el océano seguirán calentándose, el océano seguirá acidificándose, los patrones de circulación atmosférica y oceánica atmosférica y oceánica, la criosfera seguirá perdiendo hielo en todas sus formas y el nivel del mar subirá. hielo en todas sus formas y subirá el nivel del mar. Aunque persisten incertidumbres sobre diversos aspectos del Sistema Tierra, lo que se sabe es indiscutible. Las tendencias, basadas en observaciones y confirmadas por la modelización, se acelerarán si continúan las altas tasas de emisiones de CO₂ y otros gases de efecto invernadero.

6.1.6 Cambios en las Temperaturas y en la Precipitación

Según el último informe del SCAR (Chown *et al*, 2022) la temperatura media global en superficie ha aumentado en los últimos 50 años a un ritmo que en cualquier otro periodo de al menos los últimos 2000 años (confianza media), debido a la influencia humana en el clima [IPCC AR6 WGI 2.3.1.1.2; Cross section Box TS.1]. La temperatura media global en superficie es 1,09 °C más cálida (para 2011-2020) que la línea de base de 1850-1900, evaluada a través de múltiples conjuntos de datos. Estos autores también mencionan que el calentamiento de la superficie ha sido más pronunciado en tierra que en el océano. Para el periodo 2011-2020 la temperatura global del aire en la superficie terrestre (LSAT) ha aumentado 1,59 °C (1,34-1,83) desde 1850-1900 [IPCC AR6 WGI 2.3.1.1.3], frente a un aumento de 0,88 °C (0,68-1,01) en la temperatura media anual de la superficie del mar (TSM).

Según Turner *et al* (2009) el calentamiento en el lado occidental de la Península Antártica ha sido mayor durante la estación invernal, con un aumento de las temperaturas invernales en Vernadsky de +1,03°C/década entre 1950 y 2006. En esta zona existe una alta correlación durante el invierno entre la extensión del hielo marino y las temperaturas superficiales, lo que sugiere más hielo marino durante los años 50 y 60 y una reducción progresiva desde entonces. King y Harangozo (1998) encontraron una serie de informes de barcos del mar de Bellingshausen en las décadas de 1950 y 1960, cuando el hielo marino se encontraba bastante al norte de las localizaciones encontradas en el periodo de disponibilidad de datos de satélite, sugiriendo algunos periodos de mayor extensión de hielo marino que en las últimas décadas. Sin embargo, los datos sobre la extensión, sin embargo, los datos sobre la extensión del hielo marino antes de finales de la década de 1970 son muy limitados, por lo que tenemos pruebas en gran medida circunstanciales de un máximo de hielo marino a mediados de siglo en esta época. Por el momento no se sabe si el calentamiento en el de la Península se debe a la variabilidad natural del clima o a factores antropogénicos.

Las temperaturas en la parte oriental de la Península han subido más durante los meses de verano y otoño. Base Esperanza ha experimentado un aumento estival de +0,41°C/dec. +0,41°C/década entre 1946-2006. Este aumento de la temperatura se ha relacionado con un

fortalecimiento de los vientos del oeste que se ha producido a medida que la SAM ha pasado a su fase positiva (Marshall *et al.*, 2006). La intensificación de los vientos ha provocado que más masas de aire marítimo relativamente cálidas atraviesan la península y alcanzan las plataformas de hielo bajas del lado oriental.

Según Chown *et al.* (2022) en la Antártida, las tendencias de calentamiento de la superficie han mostrado una gran variabilidad espacial y decenal. Algunas zonas se han calentado más de 0,2 °C por decenio desde 1981, mientras que otras zonas no han mostrado cambios significativos durante el mismo periodo [IPCC AR6 WGI Figura 2.11]. Desde la década de 1950, es muy probable que las temperaturas del aire cerca de la superficie en el oeste y el norte de la Península Antártica y en la Antártida Occidental (por ejemplo, en el norte de la Antártida). Antártida Occidental (por ejemplo, la estación Vernadsky se calentó $0,46 \pm 0,15$ °C por década entre 1951-2018) (confianza media) [IPCC AR6 WGI Atlas 11.1.2]. Es muy probable que la tendencia al calentamiento a escala centenaria de la Península Antártica sea una señal emergente en comparación con la variabilidad natural, mientras que la tendencia al calentamiento de la Antártida occidental se sitúa en el extremo superior de las tendencias a escala centenaria de los últimos 2000 años (confianza media). Durante el mismo periodo, no se observaron cambios significativos a lo largo de la península antártica oriental [Atlas 11.1.2 del GTI del IE6 del IPCC].

Respecto a la precipitación según Turner *et al.* (2009) la precipitación neta (en los modelos climáticos es la precipitación menos la evaporación y la ablación) sobre la Antártida es un factor importante en el balance de masa de la capa de hielo continental. La sublimación en superficie y los procesos de soplado de nieve también contribuyen a determinar el balance de masa local de la capa de hielo, pero estos factores tienen una influencia importante en el balance de masa.

Específicamente en el norte de la Península Antártica, Carrasco y Cordero (2020) determinaron que hubo un aumento global de las precipitaciones desde 1970 hasta principios de los años 90 y una tendencia negativa entre 1991 y 1999 con una disminución de las precipitaciones. Por otro lado, aunque también se produjo un aumento de los eventos de precipitación desde 1970 hasta principios de la década de 1990, hubo una tendencia decreciente de los eventos de precipitación durante la década de 2010. Esto implica que la tendencia positiva en la acumulación de precipitaciones registrada durante este periodo se debe al aumento de las precipitaciones extremas. El análisis del tipo de precipitación muestra un aumento (disminución) de los episodios de nieve (lluvia) desde mediados de la década de 1990 hasta mediados de la década de 2010 durante la estación estival. Estas tendencias opuestas están relacionadas con el enfriamiento estival que afecta a la región de la península antártica.

Esto mismos autores han señalado que la tendencia al aumento de las precipitaciones se vio interrumpida por una tendencia decreciente desde principios de la década de 1990 hasta principios de la década de 2000. El índice ENOS (SOI) revela que durante las décadas de 1980 y 1990 prevalecieron los episodios de El Niño, lo que implica una disminución de la precipitación, aunque también implica un desplazamiento hacia el este de la Amundsen Low Sea (ASL), favoreciendo la precipitación cerca de la Península Antártica. La tendencia decreciente de la

precipitación durante los años 90 coincide con el prolongado episodio de El Niño 1991-1994 y el fuerte El Niño 1997/1998. La tendencia positiva de las precipitaciones se reanudó a principios de la década de 2000. Los episodios de La Niña han prevalecido desde principios de la década de 2000 hasta mediados de la de 2010, lo que implica un aumento general de las precipitaciones. Sin embargo, también implica un desplazamiento hacia el oeste de la ASL, que puede estar relacionado con el hecho de que el número total anual de días de precipitación (eventos) no aumentó durante este periodo.

Según Turner *et al* (2009) el cambio previsto en las precipitaciones depende y es mayor en invierno que en verano. Según Chown *et al.* (2022) Se prevé que las precipitaciones terrestres aumenten en el siglo XXI en condiciones muy bajo (rango probable: -0,2-4,7%; SSP1-1,9) y alto (rango probable: 0,9-12,9%; SSP5-8,5) [IPCC AR6 WGI Box TS.6]. También es muy probable que las precipitaciones aumenten sobre la Antártida en 2100 en aproximadamente un 5%, 12% o 25% en los escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero bajas (SSP1-2.6), moderadas (SSP2-4.5) y altas (SSP5-8.5), respectivamente. de gases de efecto invernadero, respectivamente, en relación con 1995-2014 [IPCC AR6 WGI Atlas 11.1.4].

Según Chown *et al.* (2022) el mayor aumento de las precipitaciones medias se prevé para las zonas costeras de Antártida Occidental y la Península Antártica [Atlas 11.1.4 del IPCC AR6 WGI]. Los cambios de las precipitaciones en el océano Antártico se traducirán en un aumento de las nevadas [Atlas 11.1.4 del GTI del IE6 del IPCC]. Sin embargo, los modelos en los cambios previstos en la estacionalidad de las precipitaciones en la región antártica [IPCC AR6 WGI Atlas 11.1.4]. en la región antártica [Recuadro 8.2, Figura 1 del GTI del IPCC AR6]. Lo que ocurra con las tendencias de precipitación en forma de lluvia es muy importante por sus efectos sobre la dinámica de los suelos y en especies por sus impactos sobre la infraestructura, y particularmente en el caso de Petrel, de la pista.

6.1.7 Aumento del nivel del mar

Todas las Estaciones Científicas que están cercanas a la costa en Antártida estarán sujetas a las amenazas que el aumento del nivel del mar, por lo tanto, es muy importante planificar las nuevas actividades teniendo en cuenta las cotas proyectadas. De acuerdo con Chown *et al.* (2022) la capa de hielo de la Antártida contiene agua suficiente para contribuir, si se derritiera totalmente, aproximadamente 58 m de aumento del nivel medio global. No se espera una pérdida de masa tan importante ni siquiera en modelos que se extienden hasta 2300 (DeConto *et al.* 2021). No obstante, el hielo terrestre (glaciares antárticos, árticos y de montaña) pierde masa a un ritmo a un ritmo acelerado (Hugonnet *et al.* 2021), lo que pone en peligro a unos 800 millones de personas debido al nivel del mar. 800 millones de personas en riesgo por la subida del nivel del mar [IPCC AR6 WGII].

Estos autores indican desde 1901, el nivel promedio global del mar ha aumentado 0,20 m (0,15-0,25), a un ritmo más rápido que en cualquier otro siglo de los últimos tres milenios (confianza alta) [IPCC AR6 WGI 2.3.3.3; 9.6.1.1]. Desde al menos 1971, el aumento se ha atribuido a las actividades humanas (muy probable) [IPCC AR6 WGI 3.5.3.2]. El cambio durante el siglo XX ha

estado dominado por la expansión térmica del océano (aumento termoestérico del nivel del mar) y la pérdida de masa de los glaciares y del manto de hielo de Groenlandia [IPCC AR6 WGI 9.6.1.1]. La contribución de la Antártida al aumento ha sido hasta ahora bastante limitada, pero ha aumentado recientemente. En total, la pérdida de masa entre 1992 y 2020 ha contribuido en 7,4 mm (5,0-9,8) al aumento del nivel promedio global del mar. [IPCC AR6 WGI 9.4.2.1].

Se espera que la Antártida contribuya con 0,11 m (rango probable: 0,03-0,27) en el escenario de emisiones bajas y 0,12 m (rango probable: 0,03-0,34) en el escenario de emisiones altas (confianza media) [IPCC AR6 WGI Tabla 9.8]. Se espera que la expansión térmica de los océanos contribuya en gran medida a la futura subida del nivel del mar. del océano y, en el escenario de emisiones elevadas, de la pérdida de masa de los glaciares y del casquete glaciar de Groenlandia [IPCC AR6 WGI Tabla 9.8].

Se espera que las contribuciones antárticas sean más bien pequeñas debido al aumento de las nevadas asociado al calentamiento de las temperaturas del aire, que compensará la pérdida de masa de los glaciares. el calentamiento de la temperatura del aire, compensando la pérdida de masa por el aumento del drenaje de hielo hacia el océano y la escorrentía superficial de agua de deshielo en todos los SSS. en todos los escenarios SSP para el siglo XXI. La Antártida podría incluso contribuir negativamente al aumento del nivel promedio global del mar hasta 2100 (confianza media) [IPCC AR6 WGI 9.4.2.3].

La gran incertidumbre en torno a los procesos de la capa de hielo de baja probabilidad y alto impacto, incluidos los procesos de inestabilidad de la capa de hielo marino y de los acantilados de hielo marino, significa que la Antártida puede contribuir significativamente más a la subida del nivel del mar en el siglo XXI de lo esperado [IPCC AR6 WGI 9.4.2.3]. de lo esperado [IPCC AR6 WGI 9.6.3; Cuadro 9.4].

Finalmente, según DeConto y Pollard (2016) las temperaturas polares de los últimos millones de años han sido, en ocasiones, ligeramente más cálidas que las actuales, pero el nivel medio global del mar ha sido entre 6 y 9 metros más alto en el Último Interglaciario (hace entre 130.000 y 115.000 años) y posiblemente más alto durante el Plioceno (hace unos tres millones de años). En ambos casos, la capa de hielo de la Antártida ha sido implicada como principal responsable, lo que apunta a su futura vulnerabilidad. Aquí utilizamos un modelo que combina la capa de hielo y la dinámica climática -incluidos procesos hasta ahora infravalorados que vinculan el calentamiento atmosférico con la hidrofractura de las plataformas de hielo de refuerzo y el colapso estructural de los acantilados de hielo que terminan en el mar- que se calibra con estimaciones del nivel del mar del Plioceno y del Último Interglaciario y se aplica a futuros escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero. La Antártida puede contribuir a elevar el nivel del mar más de un metro de aquí a 2100 y más de 13 metros de aquí a 2500, si las emisiones no disminuyen. En este caso, el calentamiento atmosférico se convertirá pronto en el factor dominante de la pérdida de hielo, pero el calentamiento prolongado de los océanos retrasará su recuperación durante miles de años.

6.1.8 Retracción de Glaciares

Según Turner *et al* (2009) la cubierta de hielo de la Península Antártica es un complejo sistema alpino de más de 400 glaciares individuales que drenan una meseta montañosa alta y estrecha. Los sistemas de glaciares de marea/marinos de esta región (excluidas las plataformas de hielo y los antiguos glaciares tributarios de las plataformas de hielo Larsen A, B y Wordie) tienen una superficie de 95.000 km² y una acumulación anual neta media de 143 ± 29 Gt/año). Los cambios en el margen de hielo alrededor de la Península Antártica basados en datos de 1940 a 2001 reveló que de los 244 glaciares marinos que drenan la capa de hielo y las islas asociadas, 212 (87%) han mostrado retroceso global desde su posición más temprana conocida (que, de media, fue 1953). Los otros 32 glaciares han mostrado un avance global, pero estos avances son generalmente pequeños en comparación con la escala de los retrocesos. en comparación con los retrocesos observados.

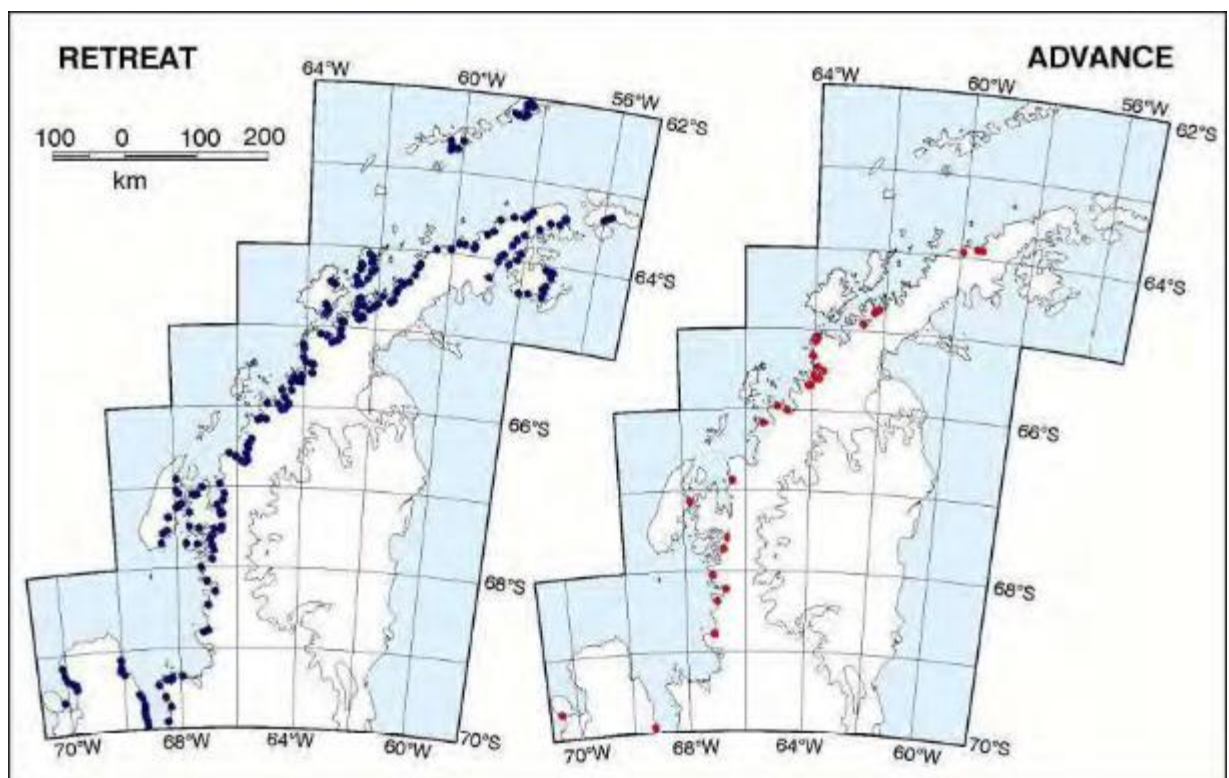


Figura 149: Cambio global observado en los frentes glaciares desde los primeros registros. (De Cook *et al.*, 2005).

Turner *et al* (2009) los glaciares que han avanzado no están agrupados en ningún patrón, sino que están uniformemente a lo largo de la costa. El examen de la cronología de los cambios a lo largo de la península indica que desde 1945 hasta 1954 hubo más glaciares en avance (62%) que en retroceso (38%). Desde entonces, el número de glaciares en retroceso ha aumentado, con un 75% en retroceso en el periodo 2000-2004. período 2000-2004. Los resultados indican una transición entre el avance y el retroceso medios; una migración hacia el sur de esa transición en un momento de retroceso de las plataformas de hielo y de calentamiento atmosférico progresivo; y un régimen claro de retroceso de las plataformas de hielo. atmosférico progresivo; y un régimen claro de retroceso que existe ahora en toda la Península Antártica.

La rapidez de la migración sugiere que el calentamiento atmosférico podría no ser el único motor del retroceso de los glaciares. el único motor del retroceso de los glaciares en esta región. Los glaciares con terminaciones marinas totalmente asentadas muestran respuestas inusualmente complejas a los cambios en el balance de masas, ya que además de los forzamientos de los forzamientos normales, también están sujetos a los forzamientos oceanográficos y a la topografía subglacial. El análisis futuro de los cambios en todas las condiciones límite puede revelar por qué los glaciares han respondido de esta manera.

6.1.9 Estabilidad del permafrost

Dado que las instalaciones en Antártida se asientan en general por debajo de la capa activa del permafrost, lo que ocurra con su dinámica es muy importante. Según Turner et al (2009) las temperaturas del permafrost y la profundidad de la capa activa son indicadores sensibles del clima porque integran diferentes factores climáticos (es decir, temperatura del aire, capa de nieve estacional, viento) que interactúan entre sí y con las características de la superficie del suelo (es decir, vegetación, microrrelieve de la superficie). Las temperaturas del permafrost y el espesor de la capa activa responden a las variaciones climáticas en diferentes escalas temporales porque el régimen térmico del permafrost reacciona: a) estacionalmente por encima de la profundidad de amplitud anual cero (PAA), b) anualmente en la PAA, y c) de años a milenios a una profundidad progresivamente mayor. El espesor de la capa activa responde estacionalmente al clima climático.

En el otro aspecto mencionado, el permafrost, según el SCAR (Turner *et al*, 2009) es probable que haya una reducción en el área del permafrost, acompañada de hundimiento de la superficie del suelo y movimientos de masa asociados. El cambio es más probable en el norte de la Península Antártica y en las Islas Shetland del Sur y Orcadas del Sur y en las áreas costeras de la Antártida Oriental. Entonces los cambios de pronóstico implican riesgos para la infraestructura y por lo tanto se vuelven críticos a la hora de analizar proyectos de infraestructura a largo plazo.

Tomando como ejemplo la zona de Base Marambio cercana a Base Petrel se puede determinar de manera particular que en la Isla Marambio se observa una clara tendencia positiva en el aumento del promedio de temperatura media anual. Sin embargo, aunque la Isla Marambio se encuentra ubicada en la zona de permafrost continuo, con temperaturas de suelo cercanas a 5°C y un espesor de aproximadamente 200 m (Silva Busso, Sánchez & Fresina, 2000), los cambios observados y esperados en las temperaturas tienen efectos significativos sobre la dinámica y espesor de la capa activa del permafrost (capa superior de permafrost que se descongela en verano y se vuelve a congelar en otoño).

El espesor de la capa activa es muy variable, y depende de las condiciones medioambientales. Para el caso de la Isla Marambio el espesor mínimo se detectó en la meseta, donde alcanza los 0.4 - 0.5m, mientras que el espesor máximo de 1.5 - 1.6 m se midió en las pendientes suaves del norte y noroeste (Yermolin *et al*, 2002). Ahora bien, la profundidad de descongelamiento estacional en la isla Marambio depende de las condiciones climáticas y de la humedad del suelo (Yermolin & Skvarca, 2004). Se debe tener en cuenta que el espesor de descongelamiento (Z_d) se calcula mediante la ecuación de Stefan (Nelson *et al*, 1997) y que a mayor temperatura mayor será el

espesor de descongelamiento. Sin embargo, se debe tener en cuenta que según el informe del SCAR (Turner *et al*, 2009) no se ha evidenciado una reducción mayor en el área del permafrost en los últimos 100 años (p. 345), pero señala que el derretimiento del permafrost debería ser una preocupación para COMNAP debido al impacto de este proceso en las bases.

Respecto a las proyecciones futuras de Turner et al (2009) mencionan que, aunque se prevé una reducción importante de la superficie de permafrost en los próximos 100 años, el deshielo del suelo puede provocar hundimientos en unos 15.000 km² de las regiones libres de hielo de la Antártida. de la Antártida. Las zonas especialmente sensibles a este efecto, conocido como termokarst, se encuentran en zonas costeras como la bahía Casey, cerca de la estación Molodezhnaya (70,5°S, 12°E), las costas Pennell- Borchgrevink en el norte de Victoria (70,5-73°S, 165-171°E), la costa de Scott en la zona del estrecho de McMurdo Sound (74-78°S, 165°E), y en toda la Península Antártica y sus islas costeras (55-72°S, 165°E). (55-72°S, 45-70°O).

Mencionan además que en los últimos años se han producido cambios significativos en los procesos hidrológicos y geomorfológicos como consecuencia de las inusuales condiciones estivales. procesos hidrológicos y geomorfológicos como consecuencia del inusual calentamiento estival. Por ejemplo, en los McMurdo Dry Valleys (MDV), la temperatura media estival (diciembre y enero) (diciembre y enero) entre 1994 y 2003 fue de -0,19°C, y durante ese período hubo 30 días al año en los que la temperatura media diaria fue de -0,19°C. período en el que la temperatura media diaria fue superior a 0°C. Entre diciembre de 2000 y enero de 2001, la temperatura media fue de 1,5°C, y hubo 43 días en los que la temperatura media diaria superó los 0°C. superó los 0°C. Este calentamiento prolongado provocó la crecida de los ríos y la expansión de los lagos interiores. expansión de los lagos interiores. (véase también Foreman et al., 2004). Estos fenómenos extremos pueden tener efectos duraderos.

Turner *et al* (2009) afirman que alrededor del 90% de las bases de verano de la Antártida se encuentran en zonas sensibles a la formación de termokarst y a la pérdida de masa. Por este motivo, el efecto del calentamiento del clima en el deshielo del permafrost debería ser motivo el derretimiento del permafrost debería preocupar al Consejo de Gestores de los Programas Antárticos (COMNAP). En este sentido Chown *et al*. (2022) proyectan que el permafrost se descongele en todas las regiones donde está presente (confianza alta) [IPCC AR6 WGI TS 4.3.1]. Las simulaciones predicen un calentamiento continuo y la degradación del permafrost, pero existe una gran incertidumbre sobre la magnitud y el calendario de los cambios previstos [Smith et al. de los cambios previstos [Smith et al. 2022]. Se espera que la superficie total de suelo libre de hielo en la Antártida aumente en los futuros escenarios climáticos hasta un 25% de aquí a 2098 [Lee et al. 2017]. Los cambios en la cobertura de hielo se espera que sean más pronunciados a lo largo del norte de la Península norte de la Antártida y en las islas antárticas marítimas, por eso este aspecto es central para la Base Petrel.

6.1.10 Movimientos sísmicos y Tsunamis

Uno de los riesgos que es necesario evaluar para la construcción de la nueva Base Petrel es determinar el estado de situación del riesgo sísmico en la zona norte de la Península Antártica.

Para esto tomaremos el informe del Instituto Antártico Argentino “Evaluación de la peligrosidad sísmica en la región del extremo norte de la Península Antártica y mares circundantes” elaborado por Zambrano, Zakrajsek y Lirio (2022).

Estos autores mencionan que el Arco de Scotia comprende el desarrollo de una serie de islas y bloques continentales que permiten continuar el extremo sur de los Andes con la Península Antártica (Ramos 1999). Los estudios geológicos y geofísicos indican que dicha configuración representa el escenario de fragmentación y dispersión de bloques continentales que fueron conducidos por un flujo de manto sublitosférico dirigido hacia el este a partir del Paleógeno temprano (ej: Álvarez 1982, Barker 2001). Representa a su vez el sector circumpolar de mayor concentración de la actividad sismotectónica en torno al Continente Antártico, donde el elevado nivel de sismicidad y distribución de los focos sísmicos son el producto de una intensa deformación a lo largo de segmentos de margen de placa.

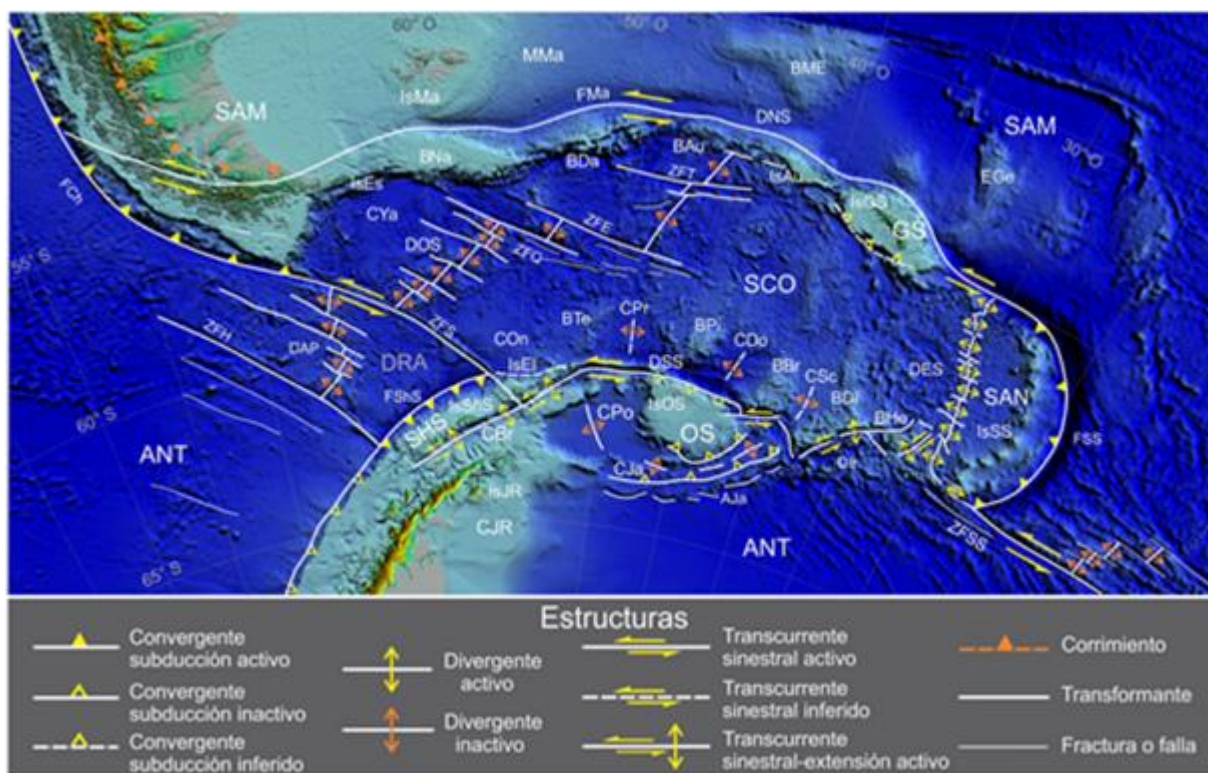


Figura 150: Principales lineamientos estructurales y regímenes tectónicos (activos y fósiles) en la región del Scotia y extremo norte de la Península Antártica. SAM: Placa Sudamericana; ANT: Placa Antártica; SCO: Placa Scotia; SAN: Placa Sándwich; DRA: Placa de Drake (antigua placa Phoenix); SHS: Placa Shetland del Sur; OS: Bloque de las islas Orcadas del Sur; GS: Bloque de las islas Georgias del Sur; MMa: Meseta de Malvinas. IsEs: Isla de los Estados; IsMa: Islas Malvinas; IsAu: Islas Aurora; IsGS: Islas Georgias del Sur; IsSS: Islas Sandwich del Sur; IsOS: Islas Orcadas del Sur; IsEI: Isla Elefante; IsShS: Islas Shetland del Sur; IsJR: Isla James Ross; CJR: Cuenca James Ross; CBr: Cuenca Bransfield (en el Mar de la Flota); CPo: Cuenca Powell; CJa: Cuenca Jane; COn: Cuenca de los Ona; CPr: Cuenca Protector; CDo: Cuenca Dove; CSc: Cuenca Scan; CYa: Cuenca de los Yaghanes; BNa: Banco Namuncurá; BDa: Banco Davis; BAu: Banco Aurora; BME: Banco Maurice Ewing; EGe: Elevación noreste de las Georgias; BHe: Banco Herdman; BDi: Banco Discovery; BBr: Banco Bruce; BPi: Banco Pirie; BTe: Banco Terror; FMa: Fosa de Malvinas; FCh: Fosa Chilena; FSS: Fosa de las Sandwich del Sur; FShS: Fosa de las Shetland del Sur; AJa: Arco Jane; DNS: Dorsal Norte del Scotia; DSS: Dorsal Sur del Scotia; DOS: Dorsal Oeste del Scotia; DES: Dorsal Este del Scotia; DAP: Dorsal Antártica-Phoenix; Dlr: Dorsal Irizar; ZFH: Zona de fractura Hero; ZFS: Zona de fractura Shackleton; ZFSS: Zona de fractura Sandwich del Sur; ZFQ: Zona de fractura Quest; ZFE: Zona de fractura Endurance; ZFT: Zona de fractura Tehuelche. Basado en Yamin y Anselmi 2020, Torres Carbonell et al. 2014, Caminos et al. 1999, Ramos 1999, y citas dentro de estos trabajos. (Figura modificada de Zambrano et al. 2022).

Por lo tanto, la actividad sísmica en la región del Scotia está vinculada con la liberación súbita como gradual de la energía de deformación que se concentra en los principales lineamientos estructurales que afectan la litósfera terrestre, producto de la dinámica de las placas tectónicas. Se observa que los focos de mayor concentración de la sismicidad se producen especialmente en las intersecciones de las principales estructuras tectónicas, pero también en los márgenes de algunos bloques continentales donde éstos hacen contacto con dichas estructuras. Dependiendo de la orientación del campo de esfuerzos regional, suelen representar zonas críticas de acumulación de deformación y energía potencial sísmica durante la fase previa al evento sísmico.

Los sismos producidos en aquellas estructuras o contrastes reológicos caracterizados por bajos umbrales de resistencia a la deformación frágil-dúctil, resultarán en promedio de magnitud moderada o intermedia ($M_w \sim 5$). A nivel del espesor elástico litosférico, corresponden a zonas de baja emisión de energía sísmica radiada. En cambio, aquellas estructuras o contrastes reológicos caracterizados por un alto umbral de resistencia frágil-dúctil, pueden eventualmente generar sismos de gran magnitud debido a la mayor capacidad de deformación elástica. A nivel del espesor elástico litosférico, corresponden a zonas de alta emisión de energía sísmica radiada.

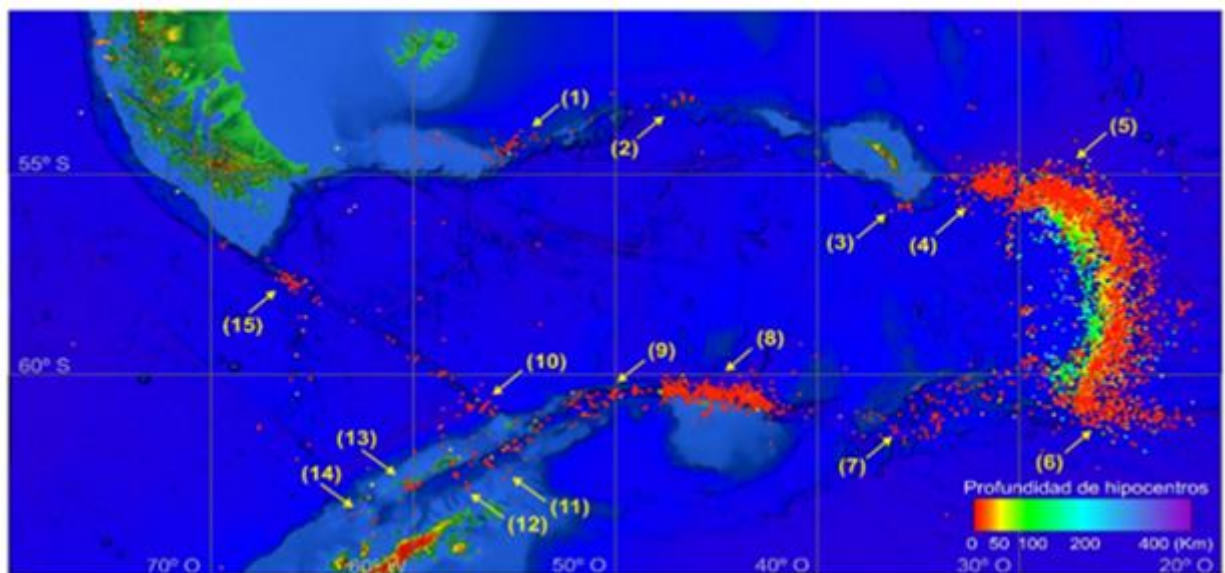


Figura 151: Manifestación de la actividad sísmica en la región del Scotia durante el período 1996 - 2016. Obsérvese la distribución de los epicentros alrededor de las principales estructuras regionales. Obsérvese la aparición de cúmulos focalizados en la intersección de las principales estructuras y en los márgenes de los bloques continentales (indicados por flechas). Estos, representan focos de liberación episódica y abrupta de la energía sísmica acumulada durante la etapa de deformación presísmica. En el Mar de la Flota, los enjambres de sismos se encuentran asociados con la actividad tectónica y de centros de actividad volcánica distribuidos a lo largo del rift. (1) Extremo nororiental del banco Namuncurá; (2) Banco Aurora; (3) Extremo sureste del bloque de las islas Georgias del Sur; (4) Extremo norte de la dorsal Este del Scotia, al oeste del punto triple determinado por las placas Scotia, Sandwich y Sudamericana; (5) Extremo norte de la dorsal Este del Scotia, al oeste del punto triple determinado por las placas Scotia, Sandwich y Sudamericana; (6) Zona de Fractura Sandwich del Sur, al este del punto triple determinado por las placas Sandwich, Sudamericana y Antártica; (7) Dorsal Irizar; (8) Dorsal Sur del Scotia, al norte del bloque de las islas Orcadas del Sur; (9) Dorsal Sur del Scotia, al norte de la cuenca Powell; (10) Intersección entre Dorsal Sur del Scotia y Zona de Fractura Shackleton (sector islas Elefante y Clarence); (11) Rift del Bransfield (sector isla Bridgeman); (12) Rift del Bransfield (sector isla 25 de Mayo); (13) Rift del Bransfield (sector isla Decepción); (14) Rift del Bransfield (sector isla Baja); (15) Intersección entre zona de Fractura Shackleton y dorsal Antártica-Phoenix (fósil). Información de eventos sísmicos extraída de las bases de datos de libre acceso GEOFON del GFZ German Research Centre for Geosciences (<https://geofon.gfz-potsdam.de>), e IRIS Incorporated Research Institutions for Seismology (<https://ds.iris.edu>)

Para poder identificar zonas de potencial riesgo sísmico en la región del Scotia, como primer paso podemos establecer una distinción entre zonas de alta y de baja emisión de energía sísmica radiada:

A) Zonas de concentración de la deformación caracterizadas por una alta emisión de energía sísmica:

- Extremo norte de la dorsal Este del Scotia, al oeste del punto triple determinado por las placas Scotia, Sandwich y Sudamericana.
- Extremo norte de la dorsal Este del Scotia, al este del punto triple determinado por las placas Scotia, Sandwich y Sudamericana.
- Zona de Wadati-Benioff de la placa Sudamericana subducida.
- Sector oriental de la fosa de las Sandwich del Sur, sobre la placa Sudamericana.
- Zona de Fractura Sandwich del Sur.
- Dorsal Irizar.
- Dorsal Sur del Scotia, sobre el margen norte del bloque de las islas Orcadas del Sur.

B) Zonas de concentración de la deformación caracterizadas por una baja emisión de energía sísmica (Figs. 1, 2 y 3):

- Margen septentrional y extremo oriental del banco Namuncurá.
- Sector septentrional del banco Aurora.
- Sector suroriental del bloque de las islas Georgias del Sur
- Dorsal Este del Scotia.
- Zona de Wadati-Benioff de la placa Sudamericana subducida.
- Dorsal Sur del Scotia, al norte de la cuenca Powell.
- Intersección entre la zona de Fractura Shackleton y la dorsal Sur del Scotia (sector islas Elefante y Clarence).
- Rift del Bransfield. Las zonas de mayor sismicidad se concentran en las inmediaciones de las islas: Bridgeman (sector noreste), 25 de Mayo (sector central-noreste), Decepción (sector central-sureste) y Baja (sector sureste).
- Intersección entre la zona de Fractura Shackleton y la dorsal Antártica-Phoenix (fósil).

Basándonos en los registros sísmicos, se observa que la ocurrencia de los eventos sísmicos más relevantes (sismos de elevada magnitud y cúmulos focalizados) se localizan en los sectores críticos de deformación de la estructura del Arco de Scotia, vinculados a diferentes regímenes tectónicos: convergencia en la fosa de las Sandwich del Sur, transurrencia en las dorsales Sur y Norte del Scotia, y divergencia en el rift del Bransfield. En su mayoría, corresponden a focos episódicos de

emisión abrupta de energía sísmica. Pueden distinguirse dos clases de formación de cúmulos sísmicos: a) cúmulos liderados por sismos principales de elevada magnitud ($M_w \geq 7$) producidos fundamentalmente en la región de las islas Sandwich del Sur y al norte del bloque de las islas Orcadas del Sur, y b) cúmulos tipo enjambres sísmicos de magnitud baja a intermedia ($M_w < \sim 5.5-6$) asociados al rift del Bransfield, particularmente en el sector de la isla Bridgeman, en el sector de la isla 25 de Mayo, en el sector de la isla Decepción, y en el sector de la isla Baja. Los enjambres sísmicos también se han observado en los márgenes de los bancos Namuncurá, Aurora y Davis y en el extremo suroriental del bloque de las islas Georgias del Sur, todos ellos relacionados con la transurrencia transpresiva que se desarrolla en la Dorsal Norte del Scotia. Otro sector que observa enjambres sísmicos está asociado con la deformación transtensiva que se desarrolla en la dorsal Irizar.

El análisis y caracterización geodinámica de la actividad sísmica en la región del extremo norte de la Península Antártica y mares aledaños, reconoce al menos tres zonas principales de peligrosidad sísmica, dominadas por regímenes tectónicos distintos: convergencia en la zona de las islas Sandwich del Sur, transurrencia en la zona de las islas Orcadas del Sur y divergencia en la zona de las islas Shetland del Sur. La zonificación y ordenamiento que se obtuvo en función del nivel de peligrosidad sísmica se encuentra en consistencia con el grado de peligrosidad sísmica que es esperable de observar acorde al ambiente geotectónico asociado (Frisch *et al.* 2011).

Sin embargo, a la hora de evaluar la vulnerabilidad de asentamientos humanos (vidas humanas) y de infraestructuras edilicias (bases antárticas permanentes y laboratorios científicos antárticos) frente a la generación de sacudidas sísmicas y/o a remociones en masa del terreno y/o al avance de tsunamis producto de un evento sísmico, la localidad que reviste mayor riesgo sísmico comprende a las islas Orcadas del Sur (alto riesgo sísmico). En dicho archipiélago se ubica la base argentina permanente Orcadas, a 4 msnm, inmersa en zona de alta peligrosidad sísmica.

7 EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

El Artículo 8 del Protocolo establece que las actividades a realizarse en la Antártida estarán sujetas a los procedimientos establecidos en el Anexo I sobre la evaluación previa del impacto de dichas actividades sobre el medio ambiente antártico o en los ecosistemas dependientes o asociados. Por su parte el artículo 1 del Anexo I menciona que 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. Y también que, si se determina que una actividad provocará menos que un impacto mínimo o transitorio, dicha actividad podrá iniciarse sin dilación.

Por todo lo expuesto entonces está claro que se debe disponer de una metodología objetiva para evaluar los impactos ambientales de las actividades y determinar el grado de impacto, en el ámbito del tratado antártico se consideran tres categorías:

- a) menos que un impacto mínimo o transitorio;
- b) un impacto mínimo o transitorio; o
- c) más que un impacto mínimo o transitorio.

En la Resolución 1 (2016) “Lineamientos para la Evaluación de Impacto Ambiental en la Antártida” se establece que una actividad es un evento o proceso que resulta de (o está asociado a) la presencia humana en la Antártida o que puede conducir a esa presencia. Una actividad puede consistir en diversas acciones; por ejemplo, una actividad de perforación de hielo puede requerir acciones tales como transporte de equipos, la instalación de un campamento, la generación de energía para la perforación, la gestión del combustible, las operaciones de perforación, la gestión de residuos, etc. La actividad debería ser analizada considerando todas las acciones que involucra cada fase (por ejemplo, fase de construcción, de operación y de desmantelamiento).

Una de las cuestiones importantes que remarca este documento es que comprender las formas en las que una actividad propuesta puede interactuar con el medioambiente (es decir, sus aspectos medioambientales) es un paso importante en la identificación y el abordaje de los potenciales impactos en el medioambiente. De acuerdo a la mencionada Resolución se toman las siguientes definiciones:

- Un aspecto medioambiental podría incluir un resultado o adición al medioambiente (por ejemplo, emisión de contaminantes, ruido o luz, presencia humana, transferencia de especies no autóctonas, contacto directo con la vida silvestre o la vegetación, fugas o derrames de sustancias peligrosas, etc.) o una extracción desde el medio (por ejemplo, uso de aguas lacustres, recolección de muestras de musgo, extracción de piedras).
- En una actividad individual pueden participar diversas partes o acciones componentes, cada una de las cuales puede tener asociados diversos aspectos medioambientales. Por ejemplo, la actividad general de construir y operar una estación de investigación puede implicar el uso de vehículos, los cuales pueden interactuar sobre el medioambiente de manera directa al compactar los suelos, producir emisiones a la atmósfera, generar ruidos, etc.).

- La identificación de los aspectos debería incluir no sólo las condiciones normales de operación, sino que también tendría que contemplar, en el mayor grado posible, las condiciones de anormalidad (por ejemplo, el inicio o cierre) y las situaciones de emergencia.
- Un impacto ambiental (sinónimo: efecto) es un cambio en los valores o recursos del medioambiente que puede atribuirse a la actividad humana. Es la consecuencia de una interacción entre una actividad y el medioambiente, y no la interacción en sí. Un impacto puede también definirse como el resultado de la interacción entre una actividad y un valor o recurso medioambiental.

La evaluación de impactos ambientales de una actividad se construye en un proceso de cuatro etapas que se resumen a continuación: 1) Determinación de las acciones que constituyen a la actividad, 2) Identificación de los aspectos medioambientales involucrados, 3) Identificación de los receptores ambientales, 4) Determinación de la Significancia del impacto, el Factor de Riesgo e implementación de Medidas de Mitigación (de ser necesario). Por otro lado, identificar los impactos potenciales implica determinar qué componente(s) del medioambiente son susceptibles de ser afectados por una actividad o acción. Una actividad no tendrá como resultado un impacto de un valor o recurso medioambiental si no se produce un proceso de interacción o "exposición". También debería considerarse que un único aspecto medioambiental podría tener varios impactos medioambientales relacionados.

7.1 Identificación y Cuantificación de los Impactos

7.1.1 Caracterización de los Impactos¹⁵

La identificación de impactos ambientales consiste en caracterizar todos los cambios operados en los valores o recursos medioambientales producto de una actividad. Solo cuando se identifica el impacto puede hacerse una evaluación de su relevancia. En el caso de esta nueva metodología propuesta para el Programa Antártico Argentino, cada impacto se identificará mediante las siguientes características:

- **Actividad:** Conjunto de acciones dentro de un proceso que se realizan para cumplir una etapa específica del mismo. Se debe escribir el nombre de la actividad que contiene los aspectos e impactos a valorizar y el proceso en el cual está incluida. Una actividad puede consistir en diversas acciones; por ejemplo, una actividad de perforación de hielo puede requerir acciones tales como transporte de equipos, la instalación de un campamento, la generación de energía para la perforación, la gestión del combustible, las operaciones de perforación, la gestión de residuos, etc.
- **Componente Ambiental Expuesto:** los rasgos físicos y biológicos que pudieran resultar directa o indirectamente afectados, incluidos.
- **Aspecto Ambiental:** los aspectos ambientales (sinónimo = causa) son aquellos elementos o derivados de las actividades con posible incidencia sobre el ambiente. Para su

¹⁵ Esta metodología para la evaluación de impactos ambientales fue diseñada para este proyecto y la misma fue presentada por Argentina en la última RCTA XLIV – CPA XXIV de Berlín mediante el documento informativo [IP035 “Nueva metodología para la valoración cuantitativa de los impactos ambientales del Programa Antártico Argentino”](#).

relevamiento, se tienen en cuenta todos y cada uno de los procesos involucrados en las actividades, sus materias primas, sus productos y sus residuos, así como los elementos y maquinaria empleados. La identificación de los aspectos debería incluir no sólo las condiciones normales de operación, sino que también tendría que contemplar, en el mayor grado posible, las condiciones de anormalidad (por ejemplo, el inicio o cierre) y las situaciones de emergencia.

- Impactos Ambientales: un impacto ambiental (sinónimo: efecto) es un cambio en los valores o recursos del medioambiente que puede atribuirse a la actividad humana. Es la consecuencia de una interacción entre una actividad y el medioambiente, y no la interacción en sí. Un impacto puede también definirse como el resultado de la interacción entre una actividad y un valor o recurso medioambiental.
- Tipo de impacto: establece si un impacto es directo o indirecto según las siguientes caracterizaciones. Un impacto directo es el cambio en los valores o recursos medioambientales como resultado de las consecuencias de la interacción entre el medioambiente expuesto y una actividad o acción (por ejemplo, la disminución de una población de lapas debida a un derrame de petróleo, o la disminución de una población de invertebrados de agua dulce debida a la extracción de agua lacustre). Un impacto indirecto es un cambio en los valores o recursos medioambientales a causa de la interacción entre el medioambiente y otros impactos, tanto directos como indirectos.

7.1.2 Cuantificación de los Impactos

- Extensión: área o volumen donde los cambios son probablemente detectables.
- Intensidad: medida del cambio ocasionado al medioambiente debido a la actividad (puede medirse o estimarse por medio de, por ejemplo, número de especies o individuos afectados, concentración de algún contaminante en un cuerpo de agua, índices de erosión, tasas de mortalidad, etc.).
- Duración: periodo durante el cual es posible que se produzcan los cambios en el medioambiente.
- Probabilidad: es la posibilidad de ocurrencia de los impactos durante el proyecto.
- Aspectos Legales: grado de cumplimiento o incumplimiento del impacto ambiental respecto a las normativas aplicables.

7.1.3 Análisis y Evaluación de los Impactos

En esta segunda etapa se establece el valor de significancia de los impactos ambientales relevados. Con la información recogida o suministrada se valoriza la extensión, intensidad, duración, probabilidad y los aspectos legales de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 43: escala de valoración de 1 a 4 para cada uno de los elementos analizados para identificar un impacto.

	<i>Muy Bajo</i>	<i>Bajo</i>	<i>Medio</i>	<i>Alto</i>
	1	2	3	4

Extensión	Puntual: Dentro de los límites de la base.	Local: Excede el límite de la base, pero dentro del área de influencia (ej. plataforma marina).	Regional: Dentro de la región biogeográfica.	Continental: Antártida y aguas al sur del paralelo 60°S.
Duración	Acotado: El impacto dura cómo máximo hasta 3 meses.	Corto Plazo: El impacto dura entre 3 meses a 1 año.	Mediano Plazo: El impacto dura de 1 a 10 años.	Largo Plazo: El impacto dura más de diez años.
Intensidad	Nula: No se detectan cambios en componentes del ambiente o en procesos ecológicos	Baja: Cambios de baja magnitud y de corta duración en valores naturales o procesos ecológicos	Media: Los cambios producidos en los valores naturales o procesos ecológicos se revierten en mediano a largo plazo.	Alta: Los cambios producidos en los valores naturales o procesos ecológicos no se revierten
Probabilidad	Improbable: de ocurrencia ocasional o nula.	Baja: de ocurrencia poco probable en situaciones normales de operación.	Media: Ocurrencia Probable si no se toman medidas	Alta: Ocurrencia inevitable durante el proyecto.
Legales	Sin normativa: No posee requerimientos legales	Cumplimentado: no constituye infracción si se cumplen los requerimientos legales que posee	Incumplimiento local: Constituye infracción grave o incumplimiento de requerimientos de leyes nacionales	Incumplimiento internacional: Constituye infracción grave o incumplimiento de requerimientos del tratado antártico

- **Significancia sin mitigación:** resultado de la fórmula matemática de la calificación entre los resultados de la extensión x intensidad x duración x probabilidad x aspectos legales, la significancia del impacto se obtiene multiplicando la puntuación de impacto de cada característica (por ejemplo, 2 x 2 x 2 x 2 x 2 = 32). El rango de puntuación de impacto general está entre 1 y 1024, considerando que una puntuación de todos los mínimos en cada criterio de evaluación es igual a uno (es decir, 1 x 1 x 1 x 1 x 1 = 1) y una puntuación muy alta en cada criterio de evaluación es igual a 1024 (es decir, 4 x 4 x 4 x 4 x 4 = 1024). Esto proporciona un medio sencillo de comparación de impacto. Cuanto mayor sea el número, mayor será el impacto ambiental.

Significancia = extensión x intensidad x duración x probabilidad x aspectos legales

- **Riesgo original (12):** una vez realizado el análisis de impactos con base a la extensión x intensidad x duración x probabilidad x aspectos legales, se determina la priorización de la zona de riesgo, lo que permite determinar cuáles requieren de un tratamiento inmediato. Hay tres niveles de significancia del impacto (Bajo, Medio y Alto) que corresponden a los descritos en el Artículo 8 (1) del Protocolo:

Tabla 44: valorización del riesgo de los impactos.

COLOR		DESCRIPCIÓN	FACTOR DE RIESGO
Bajo	VERDE	Los impactos tienen niveles aceptables y se gestionan con la aplicación de las medidas de mitigación y los procedimientos y directrices ya establecidas.	Menos que un impacto mínimo o transitorio (1 a 102.4) (0%-10% de la escala)
Medio	AMARILLO	Los impactos necesitan la implementación de medidas de mitigación y el monitoreo durante el proyecto.	Un impacto mínimo o transitorio (102.4 a 204.8) (10%-20% de la escala); y
Alto	ROJO	Los impactos poseen una significancia que se necesitan la aplicación de medidas de mitigación y el monitoeros por parte de organismos externos.	Más que un impacto mínimo o transitorio (204.8 a 1024) (mayor a 20% de la escala).

- **Medidas de mitigación:** La mitigación es el empleo de prácticas, procedimientos o tecnologías con el objeto de reducir al mínimo o prevenir los impactos asociados a las actividades propuestas. La modificación de algún componente de la actividad (y, por ende, la consideración de los aspectos e impactos medioambientales), así como el establecimiento de procedimientos de supervisión, son formas de mitigación eficaces. Las medidas de mitigación variarán en función de la actividad y las características del medioambiente.
- **Significancia con mitigación:** resultado de la fórmula matemática de la calificación entre los resultados de la extensión x intensidad x duración x probabilidad x aspectos legales, pero luego de haberse tenido en cuenta las medidas de mitigación aplicadas.
- **Riesgo mitigado:** nivel de significancia del impacto luego de la aplicación de las medidas de mitigación.
- **Grado de Impacto:** nivel final de significancia en relación a las tres categorías establecidas en el Anexo I del Protocolo de Madrid (mayor, igual o menor a mínimo o transitorio).

Si una acción dada presenta un nivel de significancia Medio o Alto, requerirá de la implementación de Medidas de mitigación. Es decir, el empleo de prácticas, procedimientos o tecnologías con el objeto de reducir al mínimo o prevenir los impactos asociados a las actividades propuestas. La modificación de algún componente de la actividad (y, por ende, la consideración de los aspectos e impactos medioambientales), así como el establecimiento de procedimientos de supervisión, son formas de mitigación eficaces.

Luego de este primer análisis se considera en la matriz las medidas de mitigación, a partir de las cuales se calcula el Nivel de Significancia con mitigación, que es resultado de la fórmula matemática de la calificación (a) con los nuevos valores de extensión x intensidad x duración x probabilidad x aspectos legales, pero luego de haberse tenido en cuenta las medidas de mitigación aplicadas. Con este nuevo cálculo se obtiene finalmente el Riesgo mitigado, nivel de significancia

del impacto luego de la aplicación de las medidas de mitigación y el que es comparado nuevamente con.

7.2 Evaluación del Riesgo por Cambio Climático¹⁶

Los impactos del riesgo de daños por cambio climático constituyen una creciente preocupación dado que reducen la previsibilidad sobre futuras necesidades en materia de infraestructura y aumentan la vulnerabilidad de las poblaciones y de los activos en todo el planeta. Particularmente el cambio climático es una amenaza cada vez mayor para el Continente Antártico, el cual afecta a los ecosistemas presentes, pero también plantea desafíos para las bases y sus estructuras en el mediano plazo. En este sentido la Resolución 1 (2016) - Lineamientos para la Evaluación de Impacto Ambiental en la Antártida establece que, si corresponde, se debe asistir a los proponentes de una actividad a realizarse en la Antártida para que consideren las posibles implicaciones del cambio climático en las actividades propuestas, y sus impactos medioambientales asociados. Un concepto importante en este sentido es el de la vulnerabilidad de las bases o construcciones presentes en la Antártida. La vulnerabilidad está determinada en función del carácter, la magnitud y el índice de variación climática a que está expuesta una estructura, su sensibilidad y su capacidad de adaptación. Por estos motivos el Programa de Gestión Ambiental y Turismo de la Dirección Nacional de Argentina se planteó el objetivo de poder establecer una metodología que permita incorporar un análisis de riesgo a sus evaluaciones de impacto ambiental inicial que permita recomendar medidas de adaptación a los proponentes de la actividad para minimizar los efectos de las amenazas del cambio climático. Considerar el riesgo de daños y el cambio climático en el diseño y la construcción de proyectos es importante para aumentar su resiliencia.

7.2.1 Lineamientos de la Metodología

Para establecer la metodología se siguieron las definiciones y lineamientos establecidos por el IPCC (IPCC 2014). Las evaluaciones de riesgo, por naturaleza, están orientadas hacia el hallazgo de soluciones, determinando las medidas más apropiadas para reducir y/o mitigar riesgos y brindan un diagnóstico que permite identificar oportunidades en materia de resiliencia. Esta Metodología se diseñó en esta primera etapa para aplicarse principalmente en proyectos de infraestructura, pero se espera ampliarla en un futuro a todos los tipos de actividades.

Según la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres, el riesgo de desastres se refiere a la posibilidad de que se produzcan muertes, lesiones o destrucción y daños en activos en un sistema, una sociedad o una comunidad en un periodo de tiempo específico, determinados en función de la amenaza, la exposición, la vulnerabilidad y la capacidad.

La metodología se basa en la determinación de los componentes del riesgo de daños por cambio climático: Amenaza, Exposición y Vulnerabilidad:

¹⁶ Esta metodología para la evaluación de impactos ambientales fue diseñada para este proyecto y la misma fue presentada por Argentina en la última RCTA XLIV – CPA XXIV de Berlín mediante el documento informativo [IP040 “Metodología para evaluación de la vulnerabilidad por cambio climático en los estudios de impacto ambiental”](#)

- El componente de amenaza en este contexto se refiere a fenómenos de origen natural que suponen una amenaza a la población o a la propiedad y que podrían por lo tanto causar daños, pérdidas económicas, lesiones y pérdida de vidas.
- El componente de exposición se refiere a la coincidencia espacial y temporal de personas o activos (tanto físicos como ambientales) y las amenazas naturales.
- El componente de vulnerabilidad se refiere a cuán susceptible de ser perjudicada o dañada es una entidad. En el caso de activos, sistemas y personas, son sus características intrínsecas, internas, individuales y combinadas lo que, por naturaleza, los hace proclives (o, por el contrario, resistentes) a sufrir un daño.

A partir de los conceptos establecidos se diseñó una evaluación del riesgo que permite la consideración del potencial de daños por cambio climático de un proyecto en particular. En esta etapa de desarrollo planteamos un enfoque cualitativo para determinar la naturaleza y el alcance del riesgo de desastres mediante el análisis de posibles amenazas y la evaluación de las condiciones existentes de exposición y vulnerabilidad que conjuntamente podrían causar daños a las personas, los bienes, los servicios, los medios de vida y el medio ambiente. El objetivo de la metodología fue establecer medidas específicas para reducir el riesgo identificado en la evaluación, medidas de adaptación, para ser incluidas en las recomendaciones junto con las medidas de mitigación.

7.2.2 Metodología cualitativa

La metodología utilizada parte de la información y conocimiento específico sobre el diseño del proyecto brindada para la elaboración de la evaluación de impacto ambiental preliminar y del conocimiento científica que se encuentra disponible sobre cambio climático en Antártida, en especial del Informe sobre el cambio climático y el medioambiente antártico del SCAR de 2009, y sus posteriores actualizaciones periódicas realizadas por el SCAR. De acuerdo con la metodología utilizada se determinan los siguientes conceptos involucrados siguiendo a (IPCC 2014):

- Factor Ambiental: variable del ambiente que tiene impacto en la actividad evaluada.
- Impactos observados: Se refiere a los cambios en el medio ambiente físico o en la biota, resultantes del cambio climático ya observados y sus efectos sobre los sistemas naturales y humanos de episodios meteorológicos y climáticos extremos, y del cambio climático.
- Amenazas: fenómenos naturales o provocados que tienen el potencial de ocasionar daños a las personas o a los bienes.
- Valores expuestos: elementos de la actividad analizada que puede sufrir daños debido a las amenazas del cambio climático.
- Riesgos: Consecuencias eventuales en situaciones en que algo de valor está en peligro y el desenlace es incierto.
- Peligro: Acaecimiento potencial de un suceso o tendencia físico de origen natural o humano, o un impacto físico que puede causar pérdidas de vidas o materiales.
- Vulnerabilidad: atributos de los elementos expuestos que pueden incrementar (o disminuir) las consecuencias potenciales de un peligro climático específico.

- Adaptación: Proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos. En los sistemas humanos, la adaptación trata de moderar o evitar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas.

La metodología cualitativa adoptada para evaluar los efectos del cambio climático sobre las actividades que involucran infraestructuras tiene entonces la finalidad de establecer los componentes y relaciones observadas en la figura 1 para proponer medidas de adaptación que fundamentalmente disminuyan la vulnerabilidad y de esta manera la estructura posea mayor resiliencia.

7.3 Análisis de los Impactos Ambientales

7.3.1 Introducción al análisis de los impactos ambientales

En la Antártida, las principales limitaciones que influyen en el proceso de infraestructura son: agua en estado sólido; temperaturas muy bajas; bajo índice de precipitación; bajo contenido de humedad absoluta; largos periodos de ausencia de luz solar o radiación solar; vientos fuertes; energía procedente de combustibles fósiles; fauna y flora vulnerables a la intrusión humana; ausencia de materias primas locales; dificultad de mano de obra calificada; ausencia o deficiencia de equipos de apoyo a las edificaciones y mantenimiento; distancia geográfica de otros continentes; dependencia de los sistemas logísticos; sitio ambientalmente protegido; vulnerabilidad ambiental a la eliminación de residuos; variaciones climáticas rápidas; y vulnerabilidad a las emisiones de sustancias nocivas (Montarroyos et al., 2018). También se deben considerar aspectos que emergen como difíciles de medir y que no causan contaminación ni generan residuos, pero tienen un valor ambiental agregado, como el paisaje y el paisaje sonoro (Montarroyos et al., 2018).

En 1972 el Grupo de Acción en Biología del Comité Científico para la Investigación en la Antártida (SCAR) esbozó una clasificación general de impactos en diez partes (SCAR Bulletin 43, 1973):

- contaminación general;
- introducción de organismos no nativos;
- impacto generado por viajes a pie, vehículos y aviones;
- perturbación de las colonias de cría de pingüinos y focas;
- cambios en el equilibrio químico de las aguas naturales;
- vertimiento incontrolado de desechos en aguas costeras;
- uso de explosivos;
- muestreos y experimentos científicos;
- coleccionismo no científico; y
- la toma de animales y huevos para alimento.

Tomando de referencia la clasificación general de impactos del SCAR, en la Tabla 45 se presentan algunos ejemplos de aplicación de la metodología de cuantificación y valoración de los impactos en las matrices ambientales.

Tabla 45: Ejemplos de aplicación de la metodología de valoración de impactos. Referencias: Comp. Amb. Exp.= Componente ambiental expuesto; E= Extensión; I= Intensidad; D= Duración; P= Probabilidad; L= Aspectos legales; Sign. sin mit.= Significancia sin mitigación; MM= Medidas de mitigación; Sign. con mit.= Significancia con mitigación.

Acción	Comp. Amb. Exp.	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	E	I	D	P	L	Sign. Sin mit	MM	E	I	Du	P	L	Sign. Con mit.
Arribo de personas y cargas a la Base	Flora y fauna	Transporte de Especies No Nativas	Invasión de Especies	2	3	2	3	4	144	M1	2	3	2	2	4	96
Trabajos de mantenimiento y alojamiento del personal	Suelo	Generación de Residuos	Contaminación del ambiente	2	2	2	3	2	48	M2	1	2	2	3	2	24
Operación de vehículos y movimiento de personas en la costa	Suelo	Interacción de personal y vehículos con el sustrato	Alteración del sustrato	2	3	3	4	4	288	M3	2	2	3	2	4	96
	Aire	Emisión de GEI	Contaminación de la atmósfera	3	4	2	3	2	144	M4	3	3	2	2	2	72
Aterrizaje y despegue de aeronaves	Fauna	Emisión de ruido	Intromisión perjudicial	2	3	4	4	2	192	M6	2	2	4	3	2	96
Utilización y consumo de agua en la Base	Suelo	Descarga de efluentes	Contaminación del suelo	2	3	2	3	4	144	M7	2	2	2	3	2	48
Uso de vehículos y maquinarias	Suelo	Pérdida de líquidos (aceites y combustibles)	Contaminación del suelo	1	3	2	3	4	72	M10	1	2	2	2	2	16
Perforación en zona de anclaje	Suelo	Perforación del sustrato	Alteración del sustrato	1	4	4	4	2	128	M16	1	4	3	4	2	96
Operación de vehículos y movimiento de personas	Flora y suelo	Interacción de personal y vehículos con el sustrato	Alteración del sustrato	2	3	3	4	4	288	M18	2	2	3	2	4	96

De los atributos para valorar el impacto, los Aspectos legales se incluyen con el objetivo de valorizar en el Nivel de significancia el estatus de incumplimiento a la norma que tiene la realización del impacto.

Las aplicaciones de las medidas de mitigación cambian en el nivel de significancia dado que disminuye el valor de uno o más de los términos en los que se evalúa el impacto. Por ejemplo: la

aplicación del Manual de especies no nativas favorece a que disminuya la probabilidad de ocurrencia del impacto “invasión de especies no nativas” y así el factor de riesgo pasa de ser Medio a Bajo.

De los atributos para valorar el impacto, los Aspectos legales se incluyen con el objetivo de incorporar en el Nivel de significancia el estatus de in/cumplimiento que tiene la acción impactante. Si no hay normativa asociada entonces no se suma significancia al impacto (valoración= 1), si hay normativa asociada pero la acción impactante no constituye una infracción entonces va a recibir una puntuación que duplique el nivel de significancia (valoración= 2) (ej. “generación de residuos”), si la acción impactante constituye una infracción grave a la normativa nacional (valoración= 3) o la normativa antártica (valoración= 4) y la acción es inevitable entonces el valor de significancia se triplica o cuadriplica (ej. “alteración del sustrato”).

7.3.2 Análisis e Identificación de los impactos ambientales

El enfoque que utilizamos para evaluar y valorar los impactos ambientales está basado en un análisis de los procesos involucrados y luego dentro de ellos la determinación de las actividades a realizar. Una vez establecidas las principales actividades se establecen los aspectos y los impactos ambientales asociados. Las obras por realizar en la Base pueden dividirse en las siguientes grandes fases:

- Etapa previa: estudios
- Etapa 1 Petrel, base permanente
- Etapa 2 Habitabilidad y servicios
- Etapa 3 Prestación de servicios a propios
- Etapa 4 Prestación de servicios a terceros

Etapa previa: Estudios

El objetivo de esta etapa fue la de realizar el planeamiento del desarrollo de la base, resolviendo problemas de implementación, estableciendo etapas, requerimientos de materiales, tiempos de ejecución.

Etapa 1 Petrel, base permanente¹⁷

El objetivo de la etapa responde a la necesidad de mantener la base operativa durante todo el año, para llevar a cabo las actividades de mantenimiento y mejoramiento de las mismas. También su operación permanente facilitará el envío de los diferentes grupos organizados para llevar a cabo los trabajos medioambientales y de diseño de la base.

Etapa 2 Habitabilidad y servicios

¹⁷ Si bien la gran mayoría de los procesos y acciones de esta etapa se han incluido en este borrador de EMG, Argentina presentó una Evaluación Ambiental Inicial específica que se encuentra disponible en [IEE - Obras de Reparaciones y Mantenimiento en Base Petrel, Isla Dundee. Campaña Antártica de Verano e Invierno 2021-2022.](#)

El objetivo de esta etapa es aumentar la capacidad para el alojamiento de personal, y contar con espacio suficiente para el acopio de materiales y maquinaria necesaria para el desarrollo de la base. Para ello se iniciará la construcción de una nueva casa habitación, la puesta en servicio del hangar de la base, el empleo de las viejas edificaciones, la remoción de aquellas estructuras en desuso o sin objeto actual y la remediación ambiental de la base mediante la recolección, clasificación, almacenamiento y repliegue de los residuos históricos de la base.

Etapa 3 Prestación de servicios a propios

El objetivo de esta etapa es la de dar inicio al empleo de la base como centro científico y el empleo de la base como terminal de transferencia de pasajeros y cargas del Programa Antártico Argentino.

Etapa 4 Prestación de servicios a terceros

El objetivo de esta etapa es la de lograr la capacidad de emplear la base como terminal de transferencia de pasajeros y cargas a otros programas antárticos con las capacidades remanentes de la base.

A los fines de analizar los aspectos e impactos ambientales se agruparon las actividades necesarias para llevar a cabo estas fases en los siguientes procesos:

- Reparación, Mantenimiento y Demolición de Instalaciones Originales
- Construcción de Nuevas Instalaciones
- Construcción, uso y mantenimiento de la zona aeroportuaria
- Construcción, uso y mantenimiento de la central fotovoltaica
- Construcción, uso y mantenimiento de las lagunas.

7.3.3 Matrices de Evaluación de Impacto Ambiental y Medidas de Mitigación

A partir de los análisis realizados se han establecidos las correspondientes matrices de impactos ambientales y sus correspondientes medidas de mitigación. Las mismas se encuentran en el Anexo 3 a este documento en el siguiente orden:

- Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales para la Reparación, Mantenimiento y Demolición de Instalaciones Originales;
- Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales para la Construcción de Nuevas Instalaciones;
- Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales para la Construcción, uso y mantenimiento de la zona aeroportuaria;
- Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales para la Construcción, uso y mantenimiento de la central fotovoltaica y
- Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales para la Construcción, uso y mantenimiento de las lagunas.

Medidas de mitigación

Producto: Transporte No Intencional de Especies NO Nativas

➤ **Medida de mitigación 1 (M1):** El responsable a cargo de esta actividad debe supervisar que se apliquen todas las medidas establecidas en el **Manual de Especies No Nativas del Programa Antártico Argentino** (adjunto a esta evaluación) relacionadas con su actividad. En especial debe aplicar:

Ficha 1:

- Medida 2. Lavar los contenedores de transporte por dentro y por fuera.
- Medida 3. Minimizar la carga en pallets y a granel/libre
- Medida 4. Limpiar los vehículos destinados a Antártida por dentro y por fuera

Ficha 3:

- Medida 1. Limpiar toda la ropa, calzado y bolsos

Ficha 4:

- Medida 1. Limpiar equipos científicos

Ficha 7:

- Medida 1. Detección de Especies No Nativas en Antártida
- Medida 2. Control de visitantes por fuera del Programa Antártico Argentino

Producto: Generación de residuos durante las tareas de refacción y utilización de la base

➤ **Medida de mitigación 2 (M2):** El responsable a cargo de esta actividad supervisará que los residuos que la actividad pueda generar se dispongan de acuerdo con los lineamientos del **Plan de Gestión de Residuos del Programa Antártico Argentino** (adjunto a esta evaluación). Se debe recordar también lo establecido en el **Instructivo para la Preparación de los Residuos Peligrosos y No Peligrosos a Evacuar de las Bases Antárticas Argentinas** (adjunto a esta evaluación). En especial se debe recordar que está **“prohibido”**:

- **Quemar residuos a cielo abierto** o en **equipos defectuosos** que cumplan con los requisitos técnicos (incineración en doble etapa y lavado de gases).
- Enterrar residuos o arrojarlos al sustrato.
- Eliminarlos al mar o en sistemas de agua dulce.
- Eliminación en áreas libres de hielo.
- Eliminación en sistemas de agua dulce.
- Eliminación en áreas marinas de baja circulación (Ej. albuferas, bahías o caletas cerradas).

De acuerdo con los grupos utilizados la gestión es la siguiente:

GRUPO	TRATAMIENTO PERMITIDO	PROHIBICIONES

I- BIODEGRADABLES SÓLIDOS (restos de comida, papeles, maderas y trapos limpios)	Evacuación Quema en incineradores de emisión controlada.	
II- NO BIODEGRADABLES SÓLIDOS (plásticos, PVC, poliestireno, poliuretano, polietileno, caucho, cables ferrosos, fibras y esponjas sintéticas, cenizas de la incineración de residuos del Grupo I, víveres vencidos, envases metalizados,)	Reutilización Compactación, Trituración y posterior evacuación	Quemar residuos a cielo abierto o en equipos defectuosos que cumplan con los requisitos técnicos (Incineración en doble etapa y lavado de gases).
III- PELIGROSOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS (según la Ley 24.051 de Residuos Peligrosos, 48 categorías, principalmente mezclas de hidrocarburos y aceites lubricantes, residuos patológicos, baterías, pinturas y residuos de laboratorio)	Sub- clasificación en 48 categorías diferentes. Sólo se admite la evacuación	Enterrar residuos o arrojarlos al sustrato Eliminarlos al mar o en sistemas de agua dulce
IV- INERTES (vidrios, latas, chapas, restos de estructuras metálicas, tambores vacíos, alambres, restos de concreto u hormigón, ladrillos, sunchos de embalaje, etc.)	Reutilización Compactación, trituración y posterior evacuación	
V- BIODEGRADABLES LÍQUIDOS (aguas residuales y los residuos líquidos domésticos provenientes de cocinas, baños, lavabos, etc.)	Procesamiento en Planta de Tratamiento y posterior descarga al mar. Eliminación al mar, en bases de menos de 30 personas. Eliminación en grietas profundas en el hielo que no desemboquen en sistemas de agua dulce, sólo para bases no costeras. Evacuación de los subproductos de las plantas de tratamiento.	Eliminación en áreas libres de hielo. Eliminación en sistemas de agua dulce Eliminación en áreas marinas de baja circulación (Ej. albuferas, bahías o caletas cerradas)
VI- RADIOACTIVOS (materiales radiactivos sólidos, líquidos o gaseosos están incluidos en las definiciones de la Ley 25279)	Sólo se admite la evacuación	Ingreso y manipulación sólo con permiso de la Autoridad Regulatoria Nacional y bajo las condiciones impuestas por la Ley Nac. 25.279.

Recomendaciones generales:

- Asegurar que se va a disponer de recipientes para la disposición transitoria de los residuos generados durante la operación de la base.
- Evitar la dispersión de residuos por el viento. Cierre los depósitos y manténgalo fuera del alcance de las aves.
- No descartar ningún tipo de residuos en áreas libres de hielo en sistemas de agua dulce, en aguas de circulación restringida (ej. caletas, albuferas, bahías cerradas) y cuerpos de agua estancos (ej. lagos y lagunas).
- Si va a realizar tareas que lo obliguen a permanecer varias horas en el terreno, al regresar a la base retorne todos los residuos que hubiera generado e incorpórese al circuito de clasificación de la base.
- Para residuos peligrosos, utilizar recipientes en perfectas condiciones, sin deformaciones ni perforaciones, completamente herméticos para evitar cualquier filtración al medio ambiente y para asegurar las condiciones de seguridad y sanidad necesarias para su almacenamiento y traslado.
- Almacene los residuos peligrosos por separado en lugares protegidos y preferentemente con piso de concreto, alejados del paso cotidiano, sin calefacción ni energía eléctrica.
- Rotule los recipientes con residuos peligrosos de manera visible, con la letra “Y” + su correspondiente número de categoría según la Ley 24051 (del 1 al 48), deberá ser rotulado según dicta la mencionada Ley y de acuerdo a lo indicado por la Resolución N° 177-E/2017 MAyDS utilizando marcadores indelebles (ver tabla 1 al final del documento).
- Todo recipiente debe contar con su rótulo desde el momento en que se comienza a utilizar. Estos rótulos deben estar escritos de manera clara e indeleble/inalterable y en varias caras del recipiente (superior y laterales).
- El rótulo deberá contener la siguiente información:
 - Nombre de la Base o su abreviación frecuente / Grupo de Residuos: III
 - Corriente de Desecho (Corriente Y) / Peligrosidad (H).
 - Descripción del residuo (nombre vulgar de la sustancia o residuo).

Producto: Interacción de la circulación del personal y de vehículos con el sustrato.

- **Medida de mitigación 3 (M3):** *El responsable a cargo de esta actividad supervisará que las tareas que generen circulación de personal y vehículos en la zona de la base no se realicen por sectores que presenten fauna y en especial flora. El tránsito de personas y vehículos trae consigo la degradación*

mecánica del suelo y el impacto en especial sobre la vegetación que pudiera existir sobre los suelos del entorno de la base. Si bien el impacto será de corto alcance espacial dado que se acota al área de la base y la duración se considera de corto alcance, pues no se extenderá más allá de lo que se prolongue esta acción se establecen las siguientes medidas de mitigación:

- *Reducir al mínimo el área impactada por uso de la base, en especial en la zona costera, donde debe especificarse los lugares de utilización para desembarco de carga desde buques y aeronaves de manera fija para evitar aumentar el área de sacrificio.*
- *Defina senderos para el movimiento del personal y vehículos minimizando el área de sacrificio generada.*
- *No caminar ni circular con vehículos sobre áreas con vegetación (corroborar su existencia previamente).*
- *No recolectar elementos naturales (rocas con líquenes, fósiles, etc.) dado que esas actividades de toma están prohibidas por el Anexo II del Protocolo excepto que se tenga permiso otorgado por el PGAYT de la DNA.*
- *No arrojar desperdicios de ningún tipo en el terreno ni dejar residuos mal embalados de modo que pudieran estar disponibles para las aves.*
- *Para minimizar o evitar la perturbación de la vida silvestre debido a la realización de actividades, considere las concentraciones de vida silvestre (fauna y flora) y hábitats críticos próximos a los sitios de la base, planifique mantener distancias adecuadas.*

Producto: Contaminación atmosférica por emisión de CO₂, a causa del uso de maquinarias y vehículos en la perforación de las bases aisladas y el montaje del campo solar.

➤ **Medida de mitigación 4 (M4):** *El responsable de esta actividad supervisará el estado apropiado de maquinarias y vehículos, a fin de evitar procesos de combustión incompleta, minimizando la generación de sustancias distintas a CO₂. Se considera que la cantidad de combustible utilizado para hacer funcionar los motores de las maquinarias y los vehículos generará un mínimo volumen de CO₂, en comparación con lo que emite la base en su conjunto. Teniendo en cuenta las medidas de mitigación previstas, se espera que, tanto el alcance espacial como la duración de estas emisiones, sea mínima, por lo que puede preverse que el impacto sea de baja magnitud. También se recomienda el uso de los caminos y pasarelas ya establecidos en la base para no generar nuevos impactos sobre el suelo. Como medidas generales para mitigar el efecto se establece:*

- *Mantenimiento regular de todos los equipos para asegurar que funcionen de manera eficiente.*

- *Mantenimiento regular de toda la planta y vehículos para asegurar que funcione de manera eficiente y genere el menor ruido posible.*

Producto: Alteración de la costa por actividad de descarga de los Buques

- **Medida de mitigación 5 (M5):** *El responsable a cargo de esta actividad supervisará que las tareas que los operadores de transporte marítimo tienen experiencia en entornos polares. Se realizará una planificación detallada del envío antes de los viajes. Todos los barcos utilizados estarán en condiciones de navegar. El clima y el hielo marino serán monitoreados a lo largo de las actividades, que pueden cambiar según las condiciones. Los operadores marítimos cumplirán totalmente con las regulaciones de la Organización Marina Internacional, que incluyen: Código Polar que incluye la Convención de Gestión del Agua de Lastre y las Directrices sobre Bioincrustaciones Sistema del Tratado Antártico. Las operaciones de rompehielos se limitan a una temporada. Las operaciones de los barcos se llevarán a cabo a fines del verano, cuando la mayoría de las focas hayan abandonado el área o hayan terminado de criar y amamantar. La colisión con las focas se evitará en la medida de lo posible adoptando velocidades lentas para que los animales tengan tiempo de reubicarse.*

Producto: Generación de Ruidos y vibraciones.

- **Medida de mitigación 6 (M6):** *El responsable a cargo de esta actividad supervisará que las tareas que generen ruido se suspendan momentáneamente, si existiera presencia de aves en las cercanías de la zona de trabajo. Teniendo en cuenta que toda la zona de la Base alberga una fauna de ocurrencia esporádica, poco abundante y que no se registra actividad de cría de ninguna especie en las inmediaciones, la intromisión perjudicial que pudiera producirse podrá afectar a muy pocos individuos, los que podrán retirarse espontáneamente sin riesgo de comprometer su supervivencia. Así, el impacto será de corto alcance espacial. En cuanto a la duración se considera de corto alcance, pues no se extenderá más allá de lo que se prolongue esta acción. Por ello, la magnitud prevista del impacto es baja.*

Producto: Descarga de efluentes.

- **Medida de mitigación 7 (M7):** *El responsable a cargo de esta actividad supervisará que las tareas que 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:*

- *Dicha descarga se realice, si es posible, allí donde existan condiciones para su dilución inicial y su rápida dispersión. Evaluar de forma permanente si el sitio elegido para la descarga asegura estas condiciones.*
- *Las grandes cantidades de tales residuos (originados en la base cuando la ocupación semanal media sea aproximadamente de 30 personas o más) sean tratadas, como mínimo, por maceración.*
- *Está prohibido depositar aguas residuales en el hielo marino, en plataformas de hielo, en la capa de hielo terrestre o en sistemas de agua dulce. Debe evitarse la descarga en sectores de baja circulación de aguas, como caletas cerradas.*
- *Todo inconveniente técnico vinculado a la planta de tratamiento, que no permita dar cumplimiento con esta normativa, deberá ser considerado incidente ambiental e informado al PGAYT en los términos indicados en el Manual del Encargado Ambiental.*

Producto: Dispersión de elementos antrópicos.

- ***Medida de mitigación 8 (M8):*** (a) *se debe cumplimentar lo establecido en el Plan de Gestión de Residuos (ver M2) (b) cumplimentar con la directriz de trabajos de reparación en el exterior del Programa Antártico Argentino.*
 - *En general las actividades se realizarán dentro de las instalaciones evitando la dispersión de materiales.*
 - *Trabajar en el exterior en días sin viento para minimizar los impactos por la dispersión de materiales.*
 - *Todos los residuos serán tratados, envasados y almacenados en lugares cerrados que eviten la dispersión por acción del viento.*

Producto: Dispersión de polvo.

Medida de mitigación 9 (M9): *cumplimentar con la directriz de trabajos de reparación en el exterior del Programa Antártico Argentino.*

- *Se tomarán los recaudos para evitar el desprendimiento innecesario de polvo. El control de polvo se realiza de acuerdo con la fuente que lo genera, por cubrimiento, pantalla de viento o riego.*

Producto: Derrames por uso y almacenamiento de sustancias peligrosas.

- ***Medida de mitigación 10 (M10):*** *El responsable a cargo de esta actividad supervisará que las tareas que se aplique el MANUAL DE COMBUSTIBLES DEL COMNAP (2008); RESOLUCIÓN 1 (2014)*

ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN DE COMBUSTIBLES, logrando que el manejo de combustible en las bases antárticas y buques de apoyo argentinos debe realizarse en conformidad con las siguientes pautas:

- La base debe contar con un Plan de Contingencia ante derrames de combustibles u otras sustancias químicas que incluya los procedimientos de trasvase de combustibles entre las cisternas fijas y el camión cisterna y desde este último de los distintos servicios de la base.*
- La base debe contar con los elementos de contingencia necesarios para atender los posibles escenarios de derrame.*
- Todo el personal involucrado en maniobras de reaprovisionamiento de combustible debe recibir entrenamiento previo acerca del equipo a utilizar, la prevención de derrames y la implementación del Plan de Contingencia.*
- Previo a la realización de maniobras, los equipos vinculados a las maniobras de combustibles deben ser inspeccionados.*
- Las maniobras de traspaso de combustible ya sean por helicóptero o bote, deben ser supervisadas por personal entrenado, que deberá apostarse tanto en el buque como en la instalación de recepción.*
- Al momento de iniciarse las tareas de reaprovisionamiento, los elementos de contingencia ante derrames deben encontrarse al alcance del personal, a fin de actuar con rapidez ante un derrame. Una persona del buque debe ser asignada particularmente a esta tarea.*
- El personal responsable de las tareas de reaprovisionamiento de combustibles debe llevar un registro de las transferencias.*
- Si se produjeran derrames, estos deben registrarse en el formulario de “Incidentes, Accidentes y casi Incidentes” provisto dentro del Manual del Encargado Ambiental. Posteriormente deben ser remitidos al PGAYT de la DNA, vía GDE y enviar copia digital a (ambientedna@gmail.com), con el objeto de llevar registros estadísticos, evaluar la necesidad de implementación de mejoras y cumplimentar los requisitos de intercambio de Información del Sistema del Tratado Antártico. El material Manual del Encargado Ambiental y los formularios Anexos se encuentran disponibles en: <https://cancilleria.gob.ar/es/iniciativas/dna/proteccion-del-medio-ambiente/material-para-desarrollo-de-campana-antartica> (sección Encargado Ambiental).*
- La ubicación definitiva de las cisternas de combustibles de 10000 litros que se van a transportar a la base debe ser previamente evaluada mediante una Evaluación Ambiental Inicial por parte del PGAYT a los fines de determinar las medidas de mitigación y adaptación necesarias.*

Producto: Consumo de agua.

Medida de mitigación 11 (M11): *El responsable a cargo de esta actividad supervisará que el consumo de agua se realice teniendo en cuenta medidas para ahorro del recurso.*

Producto: Remoción de basura histórica.

- **Medida de mitigación 12 (M12):** *(a) realizar la evaluación del sitio de acuerdo al Manual de Limpieza del CEP y (b) se debe cumplimentar lo establecido en el Plan de Gestión de Residuos y en el Instructivo de preparación de residuos de las bases.*

Producto: Extracción de rocas.

- **Medida de mitigación 13 (M13):** *A pesar de que la actividad se va a realizar en un área de la base ya impactada como medidas de mitigación se debe: (a) Afectar el mínimo de la superficie necesaria, (b) que la extracción se realice preferencialmente de forma manual evitando el uso de martillo neumáticos y (c) si las rocas poseen vegetación se debe reubicar en un sector de la base que no será impactado por el proyecto.*

Producto: Extracción de rocas.

- **Medida de mitigación 14 (M14):** *Se debe (a) retirar la cantidad mínima indispensable de rocas, (b) asegurar que se rellena el hueco luego de la extracción para evitar acumulación de agua o nieve y (c) asegurar que la extracción total de rocas no modifica el recorrido de algún curso de agua en verano (chorrillo).*

Producto: Utilización de anclaje químico (resina epóxica).

- **Medida de mitigación 15 (M15):** *Se debe: (a) Evitar la dispersión del material realizando la preparación dentro de las instalaciones más cercanas, (b) evitar el uso en exceso del material, (c) tener en cuenta la hoja de seguridad del producto y (d) asegurar la correcta clasificación del material excedente como residuo.*

Producto: Perforación del sustrato.

- **Medida de mitigación 16 (M16):** *Se debe (a) retirar la cantidad mínima indispensable de rocas, (b) asegurar que se rellena el hueco luego de la extracción para evitar acumulación de agua o nieve y (c) asegurar que la extracción total de rocas no modifica el recorrido de algún curso de agua en verano (chorrillo).*

Producto: Alteración del relieve original por la Introducción de elementos antrópicos.

- **Medida de mitigación 17 (M17):** Realizar esta actividad en el área seleccionada ya que se encuentra impactada por la existencia de las instalaciones antiguas de la base, por lo tanto, no se generan nuevas áreas de sacrificio.

Producto: Circulación de personal.

- **Medida de mitigación 18 (M18):** (a) Evitar el pisoteo de las rocas colonizadas por líquenes y musgos, (b) establecer caminos alternativos de circulación para evitar pisar vegetación y (c) elegir previamente sitios de trabajo sin vegetación.

Se debe tener en cuenta que está prohibido generar acciones que produzcan toma e intromisión perjudicial de especies antárticas. Para ello, tenga en cuenta las siguientes pautas:

- No está permitido según el Anexo II al Protocolo de Madrid matar, herir, atrapar, manipular o molestar a un mamífero, ave u otro organismo autóctono y retirar o dañar plantas nativas.
- No caminar ni circular con vehículos sobre áreas con vegetación
- No recolectar elementos naturales (rocas con líquenes, fósiles, etc.)

Producto: Modificación del drenaje por introducción de elementos antrópicos.

- **Medida de mitigación 19 (M19):** (a) evitar la formación de colas de nieve y pie de hielo, (b) afectar el mínimo de la superficie necesaria, (c) no incorporar elementos antrópicos sobre cursos de agua superficiales y (d) controlar que no se produzca la acumulación de agua.

Producto: Nivelación del terreno.

- **Medida de mitigación 20 (M20):** Se deberá (a) realizar la menor cantidad de pasadas de niveladores necesarias, (b) acotar el alisado hasta 10 metros por fuera de los jalones, (c) controlar previamente la presencia de fauna sobre el terreno, (d) controlar la interrupción de corrientes superficiales de agua y (e) controlar la presencia de fósiles en el terreno.

Producto: Extracción de áridos de las morrenas.

- **Medida de mitigación 21 (M21):** Se deberá (a) controlar que la extracción de áridos no genera un aumento del agua acumulada en la zona, (b) extraer áridos sólo de la zona establecida, (c) asegurar que la zona de extracción tiene el tamaño de clastos necesarios para no realizar extracciones innecesarias, (d) no remover material de la terraza inferior y (e) extraer el material de los abanicos aluvionales ubicados al pie del cordón de morrenas.

Producto: Alteración del sustrato.

- **Medida de mitigación 22 (M22):** (a) controlar la presencia de acumulación de agua en verano, (b) controlar que el espesor promedio debe corresponder a la profundidad del descongelamiento estacional para evitar efecto de la ablación, (c) se aconseja no tocar, ni remover, ni alterar los materiales pétreos.

Producto: Alteración del sustrato.

- **Medida de mitigación 23 (M23):** Se deberá (a) lograr que los canales de escurrimiento que se realicen no aumenten la erosión y el arrastre de sedimentos, (b) se debe lograr que los nuevos canales desembocarán en los cursos de agua existentes, (c) se evitará la generación de agua de deshielo en la zona retirando la nieve acumulada siempre que sea posible y (d) asegurar permanentemente una pendiente favorable hacia la costa, para evitar que quede agua del derretimiento de la nieve o permafrost, sin posibilidad de ser evacuada naturalmente.

Producto: Desplazamiento de fauna fuera de sector de pista

- **Medida de mitigación 24 (M24):** (a) asegurar que no existe basura o restos de comida disperso en el terreno para no atraer aves a la zona, (b) recorridos previos por la pista previo a aterrizajes y despegues para lograr el desplazamiento de la aves y mamíferos fuera de la pista, (c) reportar todos los incidentes con fauna, (d) si es necesario realizar una interacción inevitable con fauna esta debe ser hecha por personal especializado del IAA o con su asesoramiento y (e) no alimentar a la fauna presente en el Cabo.

Está prohibido generar acciones que produzcan toma e intromisión perjudicial de especies antárticas. Para ello, tenga en cuenta las siguientes pautas:

- *No está permitido según el Anexo II al Protocolo de Madrid matar, herir, atrapar, manipular o molestar a un mamífero, ave u otro organismo autóctono y retirar o dañar plantas nativas.*
- *No acercarse a los asentamientos de fauna, especialmente en época reproductiva (verano). Mantener en todo momento distancia con cualquier ejemplar de ave o mamífero marino, ya sea que se encuentre en descanso o en tránsito*
- *No alimentar a las aves ni a otros animales.*
- *No transitar por los senderos usados por los pingüinos para entrar y salir del mar*
- *No caminar ni circular con vehículos sobre áreas con vegetación*
- *No recolectar elementos naturales (rocas con líquenes, fósiles, etc.)*

- *No arrojar desperdicios de ningún tipo en el terreno ni dejar residuos mal embalados de modo que pudieran estar disponibles para las aves.*
- *No utilizar vehículos aéreos no tripulados (VANTs o “drones”), si su uso no fue previamente informado a la DNA/ PGAYT, para la evaluación ambiental de su uso, y aprobado de acuerdo con la normativa vigente, adoptada por el Tratado Antártico.*

Producto: Sobrevuelo sobre concentraciones de fauna

- **Medida de mitigación 25 (M25):** *Se deberá cumplir con lo establecido en la RESOLUCIÓN 2 (2004) “Directrices para la operación de aeronaves cerca de concentraciones de aves en la Antártida” (Tratado Antártico):*

Las principales pautas de la norma indican que:

- *Se deberá respetar una altura mínima de vuelo sobre colonias de aves de 2000 pies (610 m),*
- *La separación horizontal a la línea de costa debe ser no menor a 0.25 millas náuticas (460m),*
- *Se deben evitar los aterrizajes de aeronaves en un radio de 1000 m alrededor de colonias,*
- *Los vuelos estacionarios o las pasadas repetidas sobre colonias de aves están prohibidos,*
- *Los vuelos deben cruzar la línea de costa siempre en ángulos rectos,*
- *Deberá tenerse en cuenta que las concentraciones de aves se encuentran generalmente en áreas costeras y también en nunataks, por lo que en estas zonas se deben mantener las distancias mínimas verticales.*
- *Siempre que sea posible, los aterrizajes deberán realizarse con viento de cola y detrás de alguna barrera física prominente (por ejemplo un cerro/colina), a fin de minimizar la perturbación.*
- *Se evitarán las zonas antárticas especialmente protegidas, a menos que se posea un permiso para el sobrevuelo o el aterrizaje expedido por la autoridad nacional competente (DNA). Las normas de sobrevuelo o aterrizaje pueden ser más estrictas en Zonas Antárticas Especialmente Protegidas, si así lo indica el Plan de Gestión de la Zona, el cual deberá consultarse antes de proceder con el vuelo.*
- *No se deberá volar hacia colonias de aves después del despegue; y se evitarán virajes con inclinación lateral pronunciada dado que producen un mayor nivel de ruido.*
- *Las operaciones de aeronaves deberán retrasarse o cancelarse si las condiciones meteorológicas (por ejemplo, base de nubes, viento) impiden el mantenimiento de las distancias mínimas de separación vertical y horizontal.*

- *Así, para el cumplimiento de estas Directrices, el responsable de las operaciones aéreas debe planear la ruta a utilizar en función de las Directrices y los sitios a sobrevolar y aterrizar, prestando particular atención a los asentamientos de fauna y a las Zonas Protegidas.*
- *evitando el sobrevuelo sobre concentración de aves.*

Producto: Accidente aéreo.

- **Medida de mitigación 26 (M26):** *la Base debe contar con (a) un Plan de Prevención de Accidentes con las acciones a llevar a cabo en estos casos y (b) un plan de Contingencia formato COMNAP para minimizar los impactos ambientales.*

Producto: Introducción de elementos antrópicos que modifican el albedo.

- **Medida de mitigación 27 (M27):** *(a) desarrollar un diseño de la central de forma tal que los paneles se agrupen como islas para evitar el “efecto lago”, (b) seleccionar paneles con superficies no reflectantes (en este caso se piensan usar paneles solares contruidos con material reductor de reflexión (EVA), (c) realizar estudios de potencial deslumbramiento y en función de ello mejorar el acimut y los ángulos de inclinación en las centrales a los efectos de reducir o evitar completamente el deslumbramiento en ciertos puntos (pista, torre, caminos, etc.) que interfieran en el desempeño de las operaciones de la base.*

Producto: Alteración del sustrato por remoción de áridos.

- **Medida de mitigación 28 (M28):** *Se deberá (a) controlar que la extracción de áridos no genera un aumento del agua acumulada fuera de la laguna, (b) extraer áridos sólo de la zona establecida y (c) reubicar los áridos extraídos de forma esparcida para no generar modificaciones en el drenaje hídrico.*

Producto: Instalación de geomembranas

Medida de mitigación 29 (M29): *(a) asegurar el uso de la geomembrana solo en la superficie de la laguna, (b) asegurar que no se dispersarán partes de geomembrana por el terreno y (c) gestionar los restos de geomembrana con la correspondiente corriente de residuos.*

Producto: Aumento del agua retenida

Medida de mitigación 30 (M30): *(a) realizar el control periódico del nivel de las lagunas, (b) quitar agua a la laguna si el nivel llegar a valores máximos para evitar desbordes mediante cisternas portátiles y (c) controlar que no se produzcan acumulaciones de agua en la zona de provisión de agua a la laguna.*

7.4 Impactos Ambientales del Cambio Climático sobre el proyecto

La actividad propuesta tiene en principio una vida útil aproximada mínima de unos 30 años, por lo tanto, tomando como referencia la RCTA 1 (2016) sobre lineamientos para la Evaluación de Impacto Ambiental en la Antártida, es necesario valorar los posibles riesgos que el cambio climático tendrá sobre la actividad propuesta. Para el análisis de esta interacción entre clima-futuro y las nuevas instalaciones de la Base Petrel tomaremos como referencia general el Informe sobre el cambio climático y el medioambiente antártico del Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR) (SCAR, 2019; Turner et al, 2009) y en especial el último informe de Chown et al (2022) “A decadal synopsis and recommendations for action” de SCAR. Para analizar puntualmente los parámetros que son fundamentales y que actúan como factores determinantes de la vida útil de la actividad propuesta, entre ellos las tendencias esperadas en temperaturas, precipitación, aumento del nivel del mar, retracción de glaciares y los cambios esperados en la dinámica del permafrost para la zona del extremo Norte de la Península Antártica donde se ubica la Base Petrel. La metodología para hacer este análisis fue descrita en el punto 7.2 de esta evaluación.

Análisis de Factores Ambientales involucrados

A partir de la ubicación de la Base Petrel, de manera general y tomando como referencia el Informe del SCAR podemos mencionar que en relación con la **temperatura superficial** se ha observado una tendencia al aumento significativa a través de toda la península antártica desde 1950, siendo más importante en la parte oeste y norte de la península, esa última ubicación precisamente donde se ubica la Base. Las temperaturas en el lado este de la península antártica han mostrado elevaciones mayores durante los veranos y otoños, con un aumento promedio de +0,41°C por década (Turner et al, 2009) (Figura 286). En el caso puntual de la Base Petrel, si bien no tenemos datos actualizados, podemos tomar como referencia lo que se viene registrando en la Base Esperanza ubicada a unos pocos kilómetros. En este sitio se registró un aumento significativo del promedio anual de temperatura a lo largo de las últimas décadas cercano al +0,7°C, sin embargo, resultados globales para Antártida mencionan que en el último siglo la temperatura promedio anual ha ascendido aproximadamente 1,2°C (Vaughan et al, 2003).

Otro factor importante es la dinámica del permafrost, en especial el espesor de su capa activa, según el SCAR (Turner et al, 2009) es probable que haya una reducción en el área del permafrost, acompañada de hundimiento de la superficie del suelo y movimientos de masa asociados. El cambio es más probable en el norte de la Península Antártica y en las Islas Shetland del Sur y Orcadas del Sur y en las áreas costeras de la Antártida Oriental, por lo tanto, afectando al área de la Base Petrel. Según el SCAR los cambios de pronóstico implican riesgos para la infraestructura y por lo tanto se vuelven críticos a la hora de analizar proyectos de infraestructura a mediano y largo plazo.

Temperaturas medias anuales de la estación Base Esperanza

Desde 1981 hasta 2017

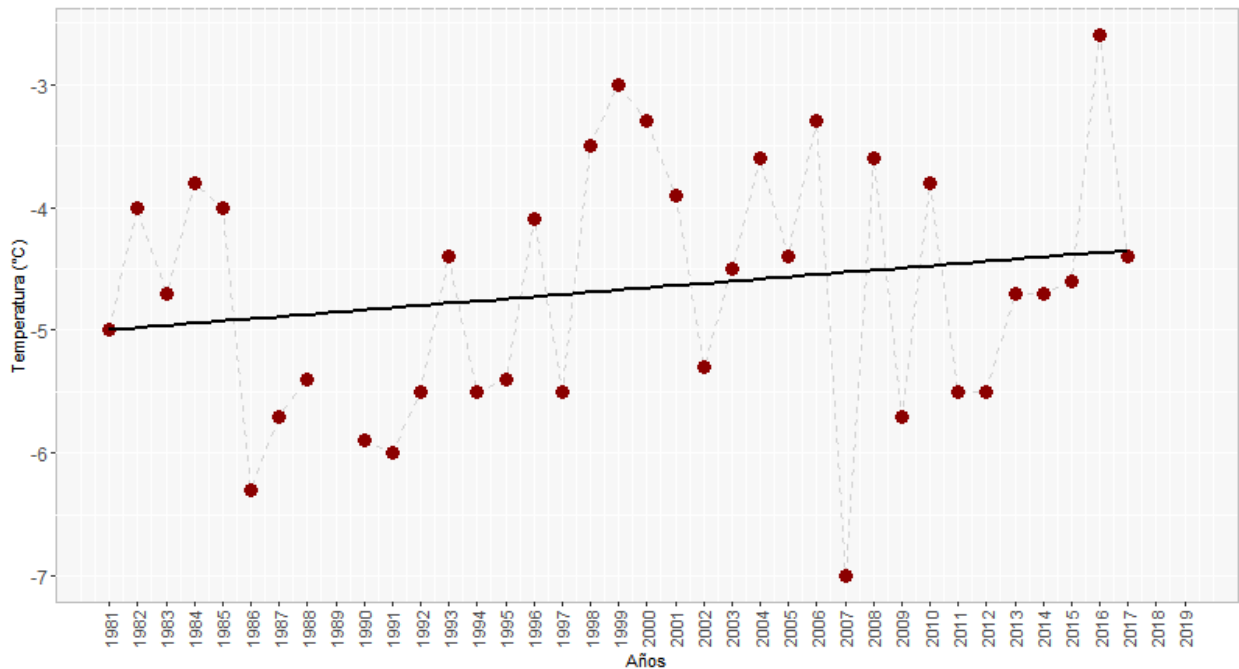


Figura 152: temperaturas medias anuales de la estación Base Esperanza

Se puede determinar de manera particular que en la zona de la Isla Dundee (tomando como referencia Base Esperanza) se observa una clara tendencia positiva en el aumento del promedio de temperatura media anual en las últimas décadas. La localización geográfica en parte extrema del nordeste de la península Antártica, la existencia de los glaciares y la historia de la formación de relieve correspondiente a etapas de la glaciación cuaternaria y desarrollo del permafrost en superficie descubierto de hielo contribuyen a las condiciones particulares del medioambiente de este sector de la isla donde se ubica la Base.

El espesor de la capa activa es relativamente constante en toda la zona de la Planicie Petrel y alcanza un máximo de 1.5 metros siendo un poco más profunda hacia la zona de la Rada Petrel debido a la influencia de los procesos fluvio-glaciares (Instituto Antártico Argentino, 2006). De esta manera los cambios observados y esperados en las temperaturas tienen efectos significativos sobre la dinámica y espesor de la capa activa del permafrost. El espesor de la capa activa es muy variable, y depende de las condiciones medioambientales. Ahora bien, la profundidad de descongelamiento estacional en la isla depende de las condiciones climáticas y de la humedad del suelo (Yermolin & Skvarca, 2004). Se debe tener en cuenta que las variaciones de temperatura y de precipitación pueden entonces tener consecuencias significativas en la dinámica de la capa activa.

Se debe tener en cuenta que el espesor de descongelamiento (Z_d) se calcula mediante la ecuación de Stefan (Nelson *et. al.*, 1997) y que a mayor temperatura mayor será el espesor de descongelamiento. Sin embargo, se debe tener en cuenta que según el informe del SCAR (Turner *et al.*, 2009) no se ha evidenciado una reducción mayor en el área del permafrost en los últimos 100 años (p. 345), pero señala que el derretimiento del permafrost debería ser una preocupación

para COMNAP debido al impacto de este proceso en las bases. Entonces la amenaza del mayor derretimiento del permafrost aumentando la profundidad del descongelamiento es lo que tiene como efecto el riesgo a una menor posibilidad de sostenimiento de los pilares enterrados en el suelo. La amenaza del fenómeno de termo erosión por aumento del descongelamiento estacional y fusión de los hielos subterráneos expone al peligro de afectar en el mediano y largo plazo la estabilidad de la infraestructura construida.

Este contexto es importante en función de analizar la vulnerabilidad de las estructuras a instalar (edificios, paneles solares, pista, etc.) frente al escenario de cambio climático que se espera para la Isla Dundee, si se mantienen los impactos en las temperaturas ya observados. Según el informe del SCAR en la zona de Base se espera un cambio en la temperatura anual en promedio de unos 0,25 °C por década. Los cambios futuros esperados expondrán a la estructura a determinados riesgos (consecuencias eventuales de peligro) y por lo tanto a los fines de reducir la vulnerabilidad frente a la exposición a estos peligros es necesario hacer recomendaciones para su instalación.

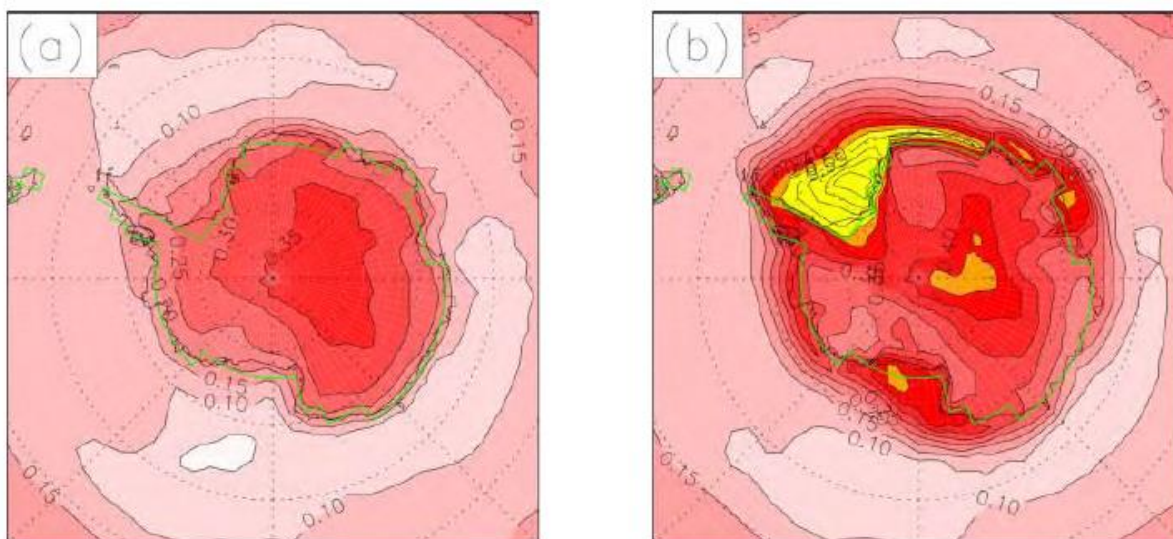


Figura 153: cambios esperados por década en °C para Antártida según el informe del SCAR (Turner, 2007).

También se debe tener en cuenta lo que vaya a ocurrir con los cambios en la precipitación en la zona. Para el norte de la Península Antártica Carrasco y Cordero (2020) determinaron que hubo un aumento global de las precipitaciones desde 1970 hasta principios de los años 90 y una tendencia negativa entre 1991 y 1999 con una disminución de las precipitaciones. Por otro lado, aunque también se produjo un aumento de los eventos de precipitación desde 1970 hasta principios de la década de 1990, hubo una tendencia decreciente de los eventos de precipitación durante la década de 2010. Esto implica que la tendencia positiva en la acumulación de precipitaciones registrada durante este periodo se debe al aumento de las precipitaciones extremas. El análisis del tipo de precipitación muestra un aumento (disminución) de los episodios de nieve (lluvia) desde mediados de la década de 1990 hasta mediados de la década de 2010 durante la estación estival. Estas tendencias opuestas están relacionadas con el enfriamiento estival que afecta a la región de la península antártica.

Según Turner et al (2009) el cambio previsto en las precipitaciones depende y es mayor en invierno que en verano y que el mayor aumento de las precipitaciones medias se prevé para las zonas costeras de Antártida Occidental y la Península Antártica. Según estos autores los cambios de las precipitaciones en el océano Antártico se traducirán en un aumento de las nevadas. Lo que ocurra con las tendencias de precipitación en forma de lluvia es muy importante por sus efectos sobre la dinámica de los suelos y en especies por sus impactos sobre la infraestructura, y particularmente en el caso de Petrel, de la pista.

Según el documento RCTA42_wp001_rev1 “La Península Antártica y un escenario de 1,5 C” las temperaturas de la península antártica aumentarán en una cantidad mayor que el promedio mundial ante el escenario de 1,5 °C. Ese calentamiento ya ha sido superado en la península norte, a pesar de la reciente pausa en el aumento de temperaturas. Las temperaturas regionales podrían aumentar más allá de los niveles actuales entre 1°C y 2 °C durante el invierno y entre 0,5°C y 1 °C durante el verano. Un calentamiento de 1 °C generará un aumento de entre un 50 % y un 150 % en el número de días por año con temperaturas por encima de los 0 °C, esto es, un mínimo de 25 a 80 días y un máximo de 35 a 130 días por año en el norte de la península antártica. Si bien se produjo un aumento de entre un 10 % y un 20 % en las precipitaciones, las cuales son cada vez más extremas, es poco probable que haya un aumento muy superior a los niveles actuales. El cambio más grande en la circulación que afecta la península es un debilitamiento de los vientos del oeste circumpolares en respuesta a la recuperación del ozono. Los mayores niveles de escurrimiento de agua —de lluvia y de derretimiento de nieve/glacial— y/o de derretimiento de toda capa delgada de sedimento pueden alterar considerablemente las propiedades geotécnicas de los terrenos libres de hielo, a pesar de producirse durante períodos limitados del año.

Otro aspecto de significancia a tener en cuenta en una base costera como lo es Petrel es que va a ocurrir con el aumento del nivel del mar. Todas las Estaciones Científicas que están cercanas a la costa en Antártida estarán sujetas a las amenazas del aumento del nivel del mar, por lo tanto, es muy importante planificar las nuevas actividades teniendo en cuenta las cotas proyectadas. De acuerdo a Chown *et al* (2022) la capa de hielo de la Antártida contiene agua suficiente para contribuir, si se derritiera totalmente, aproximadamente 58 m de aumento del nivel medio global. No se espera una pérdida de masa tan importante ni siquiera en modelos que se extienden hasta 2300 (DeConto *et al*. 2021). Según DeConto & Pollard (2016) la Antártida puede contribuir a elevar el nivel del mar más de un metro de aquí a 2100 y más de 13 metros de aquí a 2500, si las emisiones no disminuyen.

El cambio climático es un fenómeno que tiene el potencial de ocasionar daños a los bienes, y en este caso puntual el aumento en las temperaturas, el aumento del espesor de la capa activa del permafrost, los cambios en las precipitaciones y el aumento del nivel del mar en la zona de la Isla Dundee expondrá las estructuras que componen la nueva Base Petrel. En función de los impactos ya observados y de los escenarios futuros se espera que la infraestructura de la nueva Base esté expuesta a riesgos y peligros que hagan que todas las estructuras se pueden volver inestables o sufrir hundimientos parciales. De esta manera y a los fines de tener en cuenta las amenazas del cambio climático para la actividad propuesta se describen en la Tabla 64 las amenazas, los riesgos,

los valores expuestos, los peligros y las medidas de adaptación a tener en cuenta para disminuir la vulnerabilidad del proyecto:

Tabla 46: evaluación del impacto del cambio climático sobre las actividades del proyecto de renovación de la Base Petrel.

FACTOR AMBIENTAL	IMPACTOS OBSERVADOS	AMENAZAS	VALORES EXPUESTOS	RIESGOS ASOCIADOS	PELIGROS	VULNERABILIDAD	MEDIDAS DE ADAPTACIÓN
Temperatura Media Anual	Ha ascendido +0.7°C en los último 40 años.	Se espera que la temperatura media anual continúe aumentando 0,25 °C por década.	Estructura de sostén de las construcciones.	Riesgo de daño a la estructura por aumento de la acumulación de agua sobre el terreno y la afectación al permafrost	Presencia de zonas de acumulación de agua entre los pilares de la estructura.	Las fundaciones que sostienen los edificios está influenciadas por la firmeza del suelo.	Adaptación 1: No interrumpir los cursos superficiales y evitar la formación de colas de nieve para evitar la acumulación no natural de agua y se debe eliminar las posibles concavidades donde se acumula la nieve.
Temperatura Media Anual de los veranos australes	Aumento de los procesos de termokarst y termoerosión por aumento del descongelamiento estacional y fusión de los hielos subterráneos.	Se espera que las aguas supra-permafrost incrementen la termoerosión del suelo.	Estabilidad del terraplen de la pista.	Que por aumento de los fenómenos de termokarst y termoerosión aumente la inestabilidad del terraplén.	Que la inestabilidad del terraplén sean tan grande que que la pista no pueda utilizarse.	Ubicación de la pista sobre un terraplén con permafrost en su interior que es afectado por la temperatura.	Adaptación 2: El espesor promedio del terraplén debe corresponder a la profundidad normativa de descongelamiento estacional en este sector, para evitar los efectos negativos de la fusión y drenaje.
Profundidad del permafrost	Ha aumentado el espesor de la capa activa por aumento de la temperatura.	Que la profundidad de descongelamiento sea cada vez mayor debido al aumento de la temperatura.	Pilares enterrados de sostén de toda la estructura	Riesgo de daño a la estructura por aumento de la termoerosión del permafrost.	Espesor de la capa activa del permafrost mayor a la profundidad de enterramiento de los pilares	El sostén de los pilares enterrados en el permafrost para su fijación en el suelo depende de la profundidad de la capa activa.	Adaptación 3: Realizar un enterramiento a no menos de 1,50m de profundidad por debajo de la capa activa.
Nivel del mar	El nivel del mar ha ascendido en promedio unos 0,2m.	El nivel del mar puede subir hasta 0,7m según distintas proyecciones.	Todas las edificación que están por debajo de los 2 m.s.n.m.	Riesgo de daño a la estructura por quedar sumergidas en agua.	Que el nivel del mar alcance niveles superiores a la cota inferior de las estructuras de la base.	Imposibilidad de traslado de las estructuras por el tipo de fundación utilizada.	Adaptación 4: Construir todas las estructuras por encima de la cota de 2 m.s.n.m.
Aumento del número de días con precipitaciones	El número de días con precipitaciones en forma de lluvia ha aumentado entre un 30-40%.	Que la cantidad de precipitación líquida aumente a más del 50%.	El terraplen de pista tiene por debajo un permafrost de tipo seco debido al bajo contenido de humedad.	Que se modifique la estructura del terraplen por cambios en la humedad del suelo y por acumulación de agua.	Que la humedad del terraplen provoque la saturación del permafrost y por lo tanto la acumulación de agua en los meses de verano.	El terreno de fundación (es la superficie original subrasante) debe tener un valor óptimo de humedad de 7-8 %.	Adaptación 5: El espesor promedio del terraplén debe corresponder a la profundidad normativa de descongelamiento estacional en este sector, para evitar los efectos negativos de la fusión y drenaje.
Aumento del nivel de escurrimiento de agua	Se ha observado un aumento de la precipitación y del derretimiento de la nieve.	Se espera un aumento en las precipitaciones y del derretimiento de la nivel/glacial además del derretimiento de la capa delgada de sedimento.	Todas las estructuras que están sustentadas con fundaciones dentro del suelo.	Riesgo de daño a la estructuras por debilitamiento de las fundaciones.	Que las propiedades geotécnicas del terreno no permitan sostener las estructuras.	La estabilidad de las fundaciones depende de las propiedades geotécnicas del suelo.	Adaptación 6: asegurar que las fundaciones se fijan sobre el sustrato que está por debajo de la capa activa del permafrost.

FACTOR AMBIENTAL	IMPACTOS OBSERVADOS	AMENAZAS	VALORES EXPUESTOS	RIESGOS ASOCIADOS	PELIGROS	VULNERABILIDAD	MEDIDAS DE ADAPTACIÓN
Perdida del hielo marino costero	Aumento de la exposición de la costa y los ambientes costeros a los efectos de las olas.	Incremento de la pérdida de hielo marino costera y una mayor exposición de las costas a los efectos del océano generando erosión costera.	Instalaciones y estructuras costeras.	Que la erosión costera por aumento de la exposición a la olas afecte las fundaciones de las estructuras costeras.	Que la estabilidad de las estructuras se vean seriamente afectadas hasta inutilizarlas.	Dificultad del traslado de las instalaciones.	Adaptación 7: no ubicar instalaciones cercanas al a costa para evitar que sean afectas por la erosión costera.
Retracción del glaciar	Se ha observado que en el norte de la península antártica la superficie libre de hielo ha llegado hasta el 3%.	Un aumento mayor de la superficie libre de hielo.	La fauna y flora nativa que habita estas áreas libres de hielo.	Que la superficie libre de hielo sea colonizada por especies no nativas.	Que el aumento de las actividades humanas en la isla incremente el riesgo de transporte especies no nativas.	Las actividades humanas y las especies nativas conviven en las áreas libres de hielo.	Adaptación 8: aplicar todas las medidas establecidas en el Manual de Prevención de Especies No Nativas del Programa Antártico Argentino.
Agua superficial por ablación	La temperatura anual promedio ha aumentado +0,7°C en las últimas décadas, aumentaron las lluvias y disminuyó la nieve caída.	Se espera que siga el aumento de las lluvias, la disminución de la nieve caída y un aumento de las temperaturas promedio.	Laguna de obtención de agua de consumo.	El suministro de agua depende de la acumulación de agua de deshielo en las lagunas.	Que la cantidad de agua por ablación de nieve disminuya significativamente y las lagunas no retengan agua suficiente.	Que el régimen de estos chorrillos transitorio, presentando caudal sólo en épocas estivales y según las condiciones meteorológicas determinadas.	Adaptación 9: que las lagunas a utilizar no dependan de zonas de descarga de aguas de ablación de glaciar Rosamaria durante el tiempo de ablación.
Superficie cubierta por vegetación	A medida que aumenta la superficie libre de hielo ha ocurrido un aumento de la superficie cubierta por vegetación.	De continuar las tendencias de temperatura seguirá en aumento la superficie cubierta por vegetación.	Vías de circulación y espacios en torno a las instalaciones.	Que por el aumento de superficie con vegetación ocurra intromisión perjudicial o toma durante las actividades de la base.	Que la vegetación crezca sobre rutas de circulación o espacios operativos alrededor de las instalaciones.	Que las actividades de la base transcurran sobre las áreas libres de hielo donde puede crecer la vegetación.	Adaptación 10: monitorear de forma permanente las zonas de crecimiento de vegetación.
Superficie de las lagunas paraglaciaras	Aumento de la superficie de las lagunas paraglaciaras debido al aumento del derretimiento de los glaciares.	Incremento de la superficie de las lagunas por intensificación de los procesos de derretimiento de glaciares por el aumento de temperaturas.	Instalaciones ubicadas en la cercanía de las morrenas de recesión.	Que las lagunas del sistema paraglaciar inunden instalaciones cercanas.	Que el crecimiento de la laguna debilite la zona de fundación o asentamiento de alguna instalación.	La estabilidad de las fundaciones depende de las propiedades geotécnicas y humedad del suelo.	Adaptación 11: no ubicar instalaciones en la zona cercana del frente de las morrenas.
Frecuencia de eventos extremos de tiempo y temperatura	Se ha registrado un aumento de la frecuencia de eventos extremos de temperatura y tiempo	Que continúe la tendencia de aumento de eventos extremos de tiempos meteorológico.	Personas trabajando en la Base.	Que las personas estén expuestas de manera más frecuentes a eventos severos.	Que aumente la frecuencia de heridas o enfermedades por exposición a eventos severos.	Las personas pueden sufrir heridas o enfermedades asociadas a eventos severos.	Adaptación 12: generar un sistema de alerta para evitar la exposición de las personas a eventos severos.

7.5 Impactos Acumulativos

Los impactos acumulativos surgen de la interacción entre los impactos causados por las actividades pasadas, presentes y probables futuras. Estos impactos resultan de los efectos sucesivos, incrementales y/o combinados de una actividad o proyecto cuando se suman a los efectos de otros emprendimientos existentes y ya planificados.

En el Artículo 3 del Anexo I al Protocolo de Madrid se considera a los impactos acumulativos tanto de la actividad por sí sola como en combinación con las otras actividades en el área del Tratado Antártico. Esta es una evaluación compleja debido a la multiplicidad de variables que están involucradas en el proceso, y la significancia del impacto surge de un análisis multiescala que considerara las acciones a realizarse, los procesos del medio receptor, el alcance espacio-temporal y los umbrales de asimilación.

Los impactos acumulativos pueden surgir, por ejemplo, de las emisiones atmosféricas, los derrames de petróleo y las descargas de efluentes durante las etapas de construcción y operación de la Base. Generalmente, estas actividades se resumen en:

- Actividades relacionadas a la logística de la Base (aviones, barcos, camiones, etc.)
- Actividades relacionadas al despliegue científico (campamentos cercanos y remotos, investigaciones en el mar o aire, estructuras de investigación científica permanentes).
- Actividades turísticas que se desarrollan alrededor del área.

El norte de la Península Antártica, área de influencia de la Base Petrel, es la región del continente a la actualidad más impactada y con mayor presión antrópica. No sólo por las consecuencias del cambio climático, sino también porque allí se concentra el mayor número de estaciones científicas, de tareas de investigación, de tareas de logística, y del turismo y la pesca.

Entre los impactos acumulativos que se identificaron como productos de la remodelación y puesta en funcionamiento de una pista para aeronaves en el cabo Welchness se destacan,

Impactos a:

- la atmósfera (emisión de GEI y material particulado, también por los ruidos y vibraciones).
- al ambiente terrestre (pérdida de la calidad del suelo, alteración de la morrena glaciaria, cambios en la topografía del paisaje y en el valor paisajístico, alteración de la red superficial de agua, cambios en la flora y microfauna, pérdida de hábitat para aves nidificantes y mamíferos marinos).
- al ambiente marino (aceleración de los procesos erosivos costeros, alteración de la composición físico química del agua, alteración de la diversidad bentónica que habita la plataforma intermareal, alteración en la comunidad planctónica costera, pérdida de hábitat para mamíferos marinos y pérdida de áreas de alimentación para aves marinas).

El diseño de la estación cuenta con mayor eficiencia energética (a través de la instalación del campo de paneles fotovoltaicos), mejoras en el tratamiento de efluentes (con la puesta en

funcionamiento de una nueva planta de tratamiento), y la posibilidad de desarrollar nuevos proyectos de investigación científica en el área (facilitada por la posibilidad de traslados aéreos y la instalación de un módulo laboratorio). Asimismo, la actividad redundará en un mejoramiento del tratamiento de los residuos con miras a reducir el impacto por contaminación y el riesgo de incidentes ambientales.

El cambio de estatus de la Base Petrel representará una fracción mínima del impacto total que esta región de la Antártida recibe regularmente. Por otro lado, la remodelación de la Base Petrel como base permanente con pista para aeronaves de gran porte, posibilitará que esta recupere la capacidad de funcionar como centro de operación logística en la distribución de los grupos científicos que trabajan en el este de la Península Antártica dentro del Programa Antártico Argentino o en colaboración con el mismo. De esta forma, la logística que hoy día es realizada desde la Base Marambio pasaría en manos a la Base Petrel, siendo esta última más eficiente en cuanto a la demanda de combustible y las horas de vuelo, en última instancia, realizando en suma un menor impacto sobre el ambiente.

Uno de los aspectos más significativos entre los impactos acumulativos en la nueva Base Petrel es la interacción de la presencia de las pistas de aterrizaje en una zona que posee una elevada cantidad de movimientos de aeronaves y buques de todo tipo. En principio lo más significativo en la zona es la interacción directa de las rutas de despegue y aterrizaje de ambas pistas con la presencia de colonias de fauna en las islas cercanas. Está claro que al considerar la construcción de ambas pistas de aterrizaje se debe tener en cuenta las futuras operaciones a realizarse en ellas y las actividades humanas asociadas (actividades de investigación científica y logística, incluidas construcción de infraestructuras y apoyo), entonces deben tenerse en cuenta las perturbaciones que las operaciones aéreas y sus impactos ambientales como el ruido, las emisiones de partículas, los vertidos de petróleo y el aumento de la presencia humana como impactos a largo plazo.

Las rutas de aproximación y despegue se definieron teniendo en cuenta las directrices del CPA para la operación de aeronaves cerca de concentraciones de aves en la Antártida, recogidas en el Anexo de la Resolución 2 (2004), en especial teniendo en cuenta:

- Altitud de vuelo sobre colonias de aves superior a 2.000 pies;
- Lugar de aterrizaje con una distancia lineal superior a ½ milla náutica;
- No se prevé el paso sobre áreas de concentración de vida silvestre
- Mantener una separación vertical de la línea de costa de 2.000 pies siempre que sea posible.

En este sentido puede observarse en las figuras 156 y 157 que para ambas pistas las rutas de aproximación y despegue no se superponen con la presencia de las AICAs ubicadas en las islas cercanas. Asimismo, ya se ha mencionado que no hay en la zona presencia de ZAEPs, siendo la única presenta la ZAEP N° 148 Monte Flora en Bahía Esperanza, pero que posee valores paleontológicos. Argentina va a monitorear cambios en la zona debido a la operación del aeródromo para modificar sus rutas de aproximación y despegue con el objetivo de minimizar el impacto ambiental sobre las colonias de aves y mamíferos cercanas.

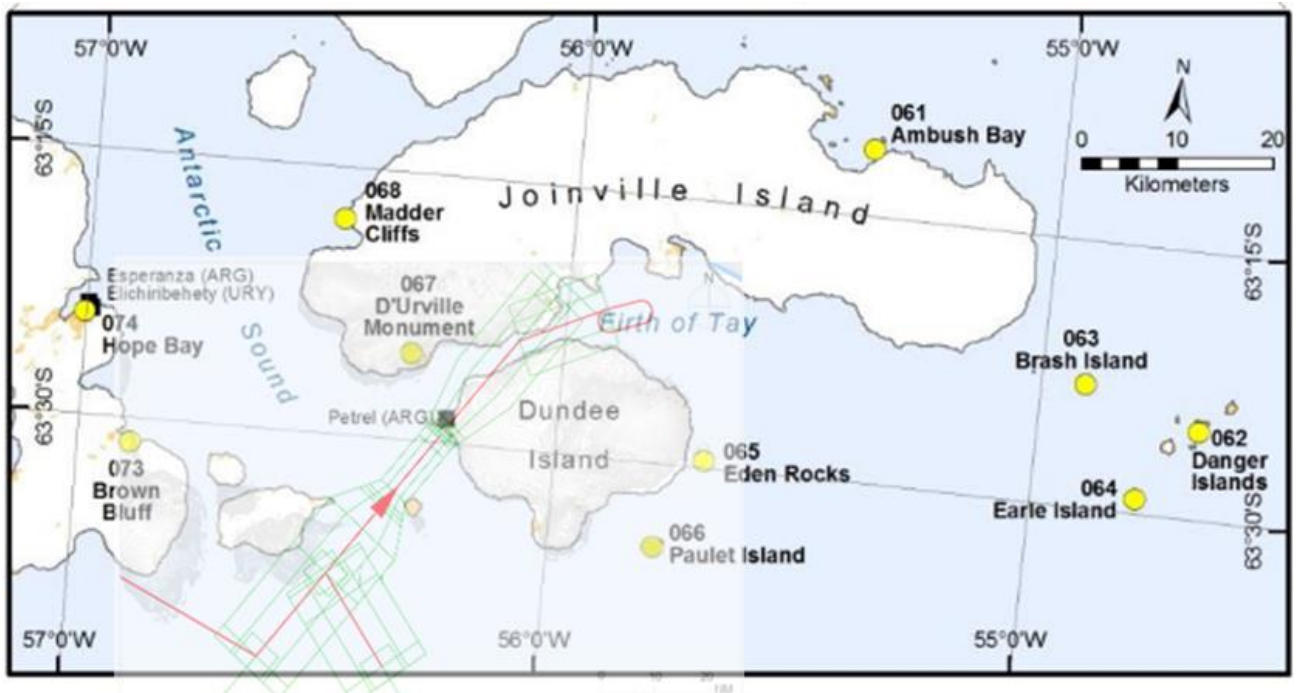


Figura 154: superposición de las rutas de aproximación y despegue desde la Pista 03/21

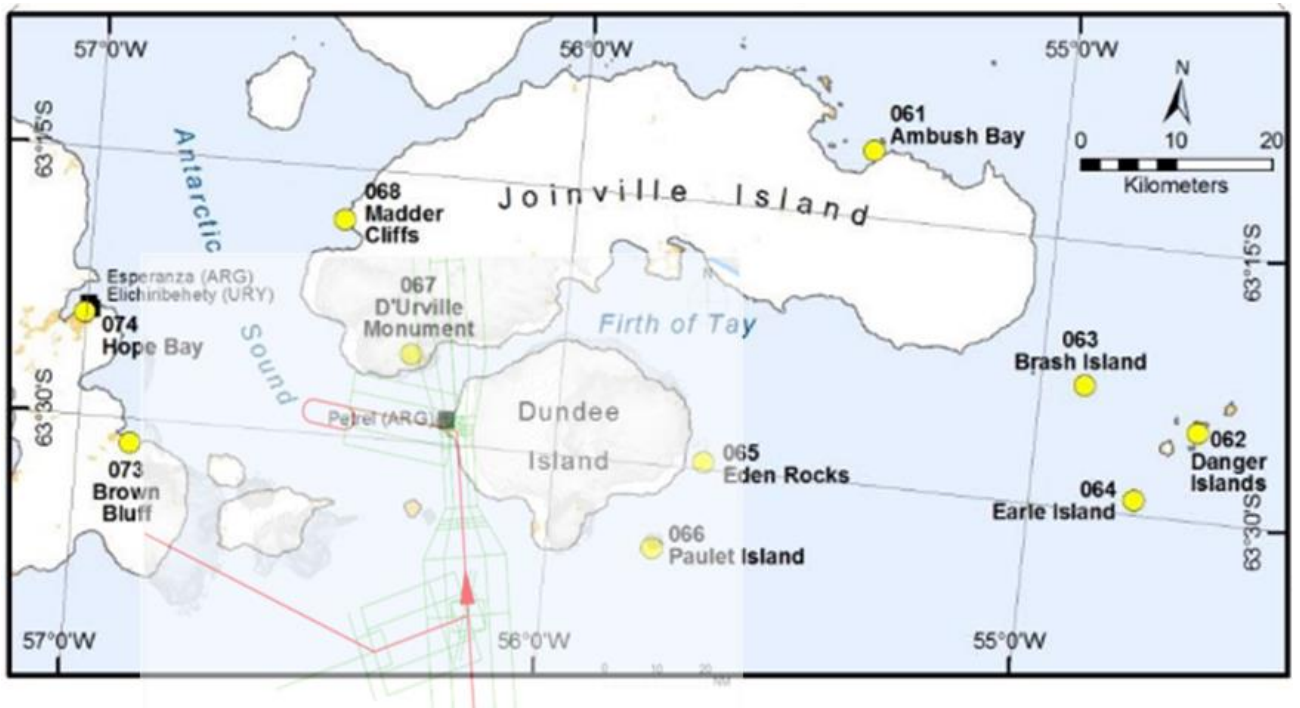


Figura 155: superposición de las rutas de aproximación y despegue desde la Pista 17/35

8 MONITOREO Y PROGRAMA DE SEGUIMIENTO

La Resolución 1 (2016) que establece los lineamientos para la Evaluación de los Impactos Ambientales en la Antártida establece que cuando sea necesario se deben establecer claramente los objetivos del seguimiento, establecer hipótesis comprobables, seleccionar los parámetros clave a los que se hará seguimiento, evaluar los métodos de toma de datos, diseñar un programa de muestreo estadístico y decidir sobre la frecuencia y el cronograma de la recopilación y registro de datos. La implementación de tales programas de seguimiento es un paso ulterior, que puede comenzar una vez que la etapa de planificación esté completa, aun cuando la actividad no se haya iniciado.

Por otro lado, el Artículo 5 del Anexo I del Protocolo menciona que “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.” Es importante también remarcar que el programa de monitoreo a través de indicadores permite la revisión en proceso de la actividad propuesta tal como lo establece el Artículo 5 b) al mencionar que la finalidad es “proporcionar información útil para minimizar o atenuar los impactos, y cuando sea apropiado, información sobre la necesidad de suspender, cancelar o modificar la actividad.”

El enfoque que adoptaremos en este programa de monitoreo se basa en el seguimiento de tres preguntas centrales 1. ¿Cómo está afectando al ambiente las actividades del proyecto? ¿Cómo se llevan a cabo las actividades del proyecto? ¿Cómo está afectando el cambio climático el proyecto? y finalmente ¿Cuál es el resultado de la aplicación de las medidas de mitigación y adaptación?

Entendemos que, si bien el monitoreo o seguimiento de una Evaluación Ambiental Global implica llevar adelante programas científicos de medición, no se debe olvidar que en definitiva lo más importante es hacer el seguimiento de cómo se gestionan los impactos ambientales que las actividades propuestas y se han minimizado sus efectos y por lo tanto realizar mediciones de otros aspectos no relacionados a los valores naturales.

8.1 Programa de Monitoreo

Objetivo General del Programa de Monitoreo

Obtener información regular y verificable del impacto de las actividades para la renovación de la Base Petrel, mediante el establecimiento de indicadores de condición y desempeño ambiental, para realizar el seguimiento de los efectos sobre el ambiente del proyecto y evaluar la necesidad de suspender, cancelar o modificar las actividades.

Objetivos Específicos

1. ¿Cómo está afectando al ambiente las actividades del proyecto?: Obtener información regular y verificable de la condición ambiental de los ecosistemas presentes en el área de la Base Petrel y su zona de influencia, mediante el muestreo en terreno y la recopilación de información desde base de datos, para evaluar los cambios observados en el ambiente y su relación con las actividades del proyecto.

2. ¿Cómo se llevan a cabo las actividades del proyecto?: Obtener información regular y verificable del desempeño ambiental de las actividades realizadas para la construcción y uso de la Base Petrel, mediante la implementación de conjunto de indicadores de desempeño ambiental, para evaluar el grado de cumplimiento de las medidas de mitigación establecidas para el proyecto.
3. ¿Cómo está afectando el cambio climático el proyecto?: Obtener información regular y verificable de las tendencias climáticas en la zona mediante la toma de datos y la recopilación de información en bases de datos para determinar el impacto del cambio climático sobre la Base y evaluar la eficiencia de las medidas de adaptación propuestas.
4. ¿Cuál es el resultado de la aplicación de las medidas de mitigación y adaptación? Realizar anualmente un informe a partir del análisis de la información obtenida para evaluar el estado de la condición y desempeño ambiental de las actividades del proyecto.

8.2 Programas Específicos de Monitoreo

8.2.1 Programas de Monitoreo de la Condición Ambiental

Una Base Antártica se encuentra inmersa en un ambiente que posee características naturales y que a su vez están en relación con el entorno del área. Todo este conjunto que fue descrito en la caracterización ambiental de esta EMG, es necesario evaluarlo de forma permanente tanto el estado en que se encuentran y cómo evolucionan a lo largo del tiempo (corto, mediano y largo plazo). El estado de las características del medioambiente es denominado condición ambiental y un correcto seguimiento de la misma permite asegurar el cumplimiento de los objetivos y por sobre todas las cosas evaluar la afectación debido a los impactos ambientales recibidos.

Este programa tiene como objetivo “Obtener información regular y verificable de la condición ambiental de los ecosistemas presentes en el área de la Base Petrel y su zona de influencia, mediante el muestreo en terreno y la recopilación de información desde base de datos, para evaluar los cambios observados en el ambiente y su relación con las actividades del proyecto”. La condición ambiental se refiere al estado del ambiente en el cual el proyecto se va a realizar, tanto su condición de línea de base o situación ambientales de partida como en los procesos biológicos que lo integran y sus tendencias a través del tiempo.

Los ecosistemas presentes en el área de influencia de las actividades de este proyecto están integrados por numerosos y diversos componentes estructurales, funcionales y composicionales (Noss, 1989). La condición ambiental de un ambiente busca establecer o medir el estado de esos componentes para evaluar entre otras cosas si están siendo afectados por procesos naturales o antrópicos que ponen en riesgo los valores naturales presentes.

De todos los componentes del ambiente presente en el área de la Base Petrel, el mayor interés estará puesto sobre aquellos valores naturales que pueden verse afectados por impactos ambientales derivados de las actividades a desarrollar por la renovación y uso de la nueva Base. Es por eso que de todos los elementos posibles de ser utilizados para la medición de la condición ambiental se utilizarán indicadores ambientales que midan el estado y los procesos de los componentes afectados. Los resultados obtenidos deben ayudar a discriminar el impacto de los

procesos ecológicos y antrópicos sobre los ambientales de la reservar y alertar sobre potenciales efectos negativos de los mismos:

Recolección de Datos

La información para la obtención de los indicadores de la condición ambiental se debe obtener a partir de los resultados de los programas de monitoreo establecidos en el Plan Anual Antártico. Los mismos deben cubrir los principales valores presentes como, por ejemplo: suelo, agua, flora, fauna, clima, etc.

Fuente de Información

Los programas de monitoreo establecidos deben estar basados en los siguientes tipos de información:

- Datos de Campo relevados o medidos como parte de los programas implementados en la RND.
- Datos oficiales de distintos organismos nacionales e internacionales (ej.: Servicio Meteorológico Nacional, Servicio Hidrografía Naval, Instituto Geográfico Nacional, SCAR, COMNAP, etc.) y datos de ONGs.
- Imágenes Satelitales y Aéreas provistas por las agencias de investigación espacial nacional e internacional (ej.: CONAE, INPE, NASA, NOAA, etc.).
- Características de los Datos: a partir de los registros acordados se obtiene la información para el cálculo posterior de los indicadores, los datos utilizados se pueden clasificar en:
 - Mediciones o cálculos directos: datos e información básicos absolutos.
 - Mediciones o cálculos relativos: datos o información comparada o en relación con otro parámetro.
- Categorías de Indicadores: de los tipos de Indicadores de Condición Ambiental (ICAs), se pueden establecer de acuerdo con la escala que involucre las siguientes categorías:
 - ICAs Globales o Nacionales (ICAsG o ICAsN): proporcionan información de la condición ambiental global o nacional.
 - ICAs Regionales (ICAsR): proporcionan información de la condición ambiental de la región donde está inmersa la Base Petrel.
 - ICAs Locales (ICAsL): proporcionan información de la condición ambiental local de las principales características presentes en Base.

Aspectos a considerar

Para cada indicador a medir se establecerán los siguientes puntos:

- 1) Componente Ambiental
- 2) Parámetro Ambiental
- 3) Impacto Ambiental
- 4) Objetivo de la medición
- 5) Variables a medir

- 6) Tipo de Indicador
- 7) Frecuencia de la medición

Tabla 47: indicadores a medir

Componente Ecosistémico	Componente Ambiental Expuesto	Parámetro Ambiental	Impacto Ambiental	Objetivo de la Medición	VARIABLES A MEDIR	Frecuencia de la Medición
Atmósfera	Aires	Calidad del aire	Alteración de la composición del aire por la emisión de contaminantes.	Determinar la presencia de contaminantes en el aire y tendencias de cambio en la composición	Partículas suspendidas, NOx, microplásticos, etc.	Anualmente
Terrestre	Suelo	Topografía	Alteración del sustrato y del paisaje debido a la instalación de edificaciones (fundaciones de los edificios)	Registra cambios en la estructura del paisaje debido a la presencia de edificios.	Modelo de elevación digital de detalle para la confección de un mapa topográfico,	Anualmente
		Topografía	Alteración del relieve por la presencia del levante de la pista (terraplén).	Registra cambios en la estructura del paisaje debido a la presencia de la pista.	Modelo de elevación digital de detalle para la confección de un mapa topográfico,	Anualmente
		Paisaje	Alteración del paisaje por circulación de maquinarias y vehículos.	Determinar cambios en el área de sacrificio utilizada.	% de área de sacrificio por uso de caminos.	Anualmente
		Estructura del Suelo	Alteración del suelo por la intromisión de elemento antrópicos (fundaciones de los edificios)	Registro de alteración de la retención de agua en el suelo por la presencia de las fundaciones.	Monitoreo de temperatura y humedad del suelo.	Permanente
		Calidad del suelo	Contaminación del suelo (por uso de combustibles, circulación de vehículos, etc.).	Análisis de la calidad del suelo mediante la detección de contaminantes.	Presencia y cantidad de derivados de hidrocarburos en el suelo.	Anualmente
		Calidad de	Contaminación del suelo por presencia de residuos (históricos	Registro de sitios con residuos en el Cabo	Cantidad y tipo de residuos.	Permanente

		suelo	y actuales).	Welchness		
Aguas superficiales	Red de drenaje	Alteración de los cursos de agua superficiales por la presencia de edificios y la pista.	Analizar la modificación de la red superficial de drenaje.	Mapa de cursos de agua superficiales del Cabo Welchness.	Anualmente	
	Red de drenaje	Contaminación del agua por elementos antrópicos (hidrocarburos, micro plásticos, etc.)	Análisis de la calidad del suelo mediante la detección de contaminantes.	Presencia y cantidad de derivados de hidrocarburos y metales pesados.	Anualmente	
	Red de drenaje	Generación de sitios artificiales de acumulación de nieve y/o agua superficial.	Relevar los sitios con acumulación de agua en verano.	Mapa de sitios de acumulación de agua.	Anualmente	
Fauna	Diversidad	Alteración de los patrones de distribución de las aves y mamíferos en el Cabo por el aumento de las actividades humanas.	Establecer cambios en el uso espacial por parte de las especies.	Evaluar patrones de uso de hábitat de las especies.	Anualmente	
	Dinámica poblacional	Alteración de la dinámica poblacional por el aumento de las actividades humanas.	Establecer cambios en el número de individuos por parte de las especies.	Monitorear los tamaños poblacionales y el éxito reproductivo de las especies de aves y mamíferos	Anualmente	
	Introducción de especies	Introducción de especies no nativas.	Determinar la presencia de especies no nativas	Cantidad y sitios con especies no nativas	Permanente	
	Toma de especies	Incidentes con especies de aves y mamíferos durante operaciones aéreas.	Determinar cantidad de eventos de colisión con aves en las operaciones aéreas	Registro de incidentes durante aterrizaje y despegue de aeronaves	Permanente	
	Fisiología	Alteración de la fisiología de la fauna por contaminación	Determinar la presencia de contaminantes en los	Análisis de la concentración de elementos esenciales, metales	Anualmente	

			ambiental	tejidos de aves y mamíferos	pesados y determinación de la presencia de microplásticos.	
	Flora	Diversidad	Alteración de los patrones de distribución de la flora en el Cabo.	Establecer cambios en el uso espacial por parte de las especies.	Localizar los parches de vegetación y georreferenciarlos mediante GPS.	Anualmente
		Distribución	Alteración de la distribución de la flora por intromisión perjudicial de las actividades humanas.	Determinar la interacción de la flora con las actividades humanas	Mapas de vegetación	Anualmente
Marino	Flora y Fauna	Composición	Alteración de la distribución y diversidad de las fauna y flora costera por la presencia de actividades humanas.	Establecer cambios en el uso espacial por parte de las especies de la costa en la zona de descarga.	Estudio de la diversidad, estructura y fluctuaciones espacio-temporales de la comunidad marina microbiana y estadios larvales de crustáceos y peces	Anualmente
		Fisiología	Alteración de la fauna y flora bentónica de la costa por efecto de la contaminación (efluentes, hidrocarburos, etc.)	Determinar la presencia de contaminantes en los tejidos fauna y flora	Análisis de la concentración de elementos esenciales, metales pesados y determinación de la presencia de microplásticos.	Anualmente
Criósfera	Ambientes Glaciarios	Permafrost	Modificación de la capa activa del permafrost debido a la presencia de las nuevas instalaciones.	Establecer cambios en la dinámica de la capa activa en los sitios de las nuevas instalaciones	Profundidad de la capa activa, temperatura del suelo.	Anualmente
		Área libre de hielo	Modificación en el área libre de hielo y la interacción con las actividades humanas.	Determinar los efectos de la retracción del glaciar.	Mapear los frentes y márgenes glaciares.	Cada 3 años

		Hielo Marino	Alteración del hielo marino costero por actividad de los buques.	Analizar los cambios en el hielo marino costero en la zona de descarga de buques.	Mapa de hielo marino costero.	Anualmente
	Lagunas paraglaciarías	Volumen de las lagunas	Alteración de la acumulación de agua en las lagunas paraglaciarías.	Analizar la dinámica de las lagunas del frente del glaciar	Mapa de lagunas y estimación de volumen.	Anualmente
		Calidad del agua	Alteración de la calidad del agua de las lagunas del frente de morenas.	Análisis de la calidad del suelo mediante la detección de contaminantes.	Presencia y cantidad de derivados de hidrocarburos y metales pesados.	Anualmente

8.2.2 Programas de Monitoreo del Desempeño Ambiental

La evaluación del desempeño ambiental busca determinar “los resultados medibles de la gestión que hace una organización de sus aspectos ambientales”. Para evaluar el desempeño de una organización se establecen “indicadores de desempeño ambiental” que permiten recabar información sobre el esfuerzo de la organización y de las operaciones que se llevan a cabo. De esta forma se intenta realizar el seguimiento medible del desempeño ambiental de la Base Petrel a través de información objetiva y verificable con la finalidad de evaluar el cumplimiento de las medidas de mitigación.

El objetivo de este programa específico es “Obtener información regular y verificable del desempeño ambiental de las actividades realizadas para la construcción y uso de la Base Petrel, mediante la implementación de conjunto de indicadores de desempeño ambiental, para evaluar el grado de cumplimiento de las medidas de mitigación establecidas para el proyecto.”

En cuanto a las características de cada indicador, se establece lo siguiente:

1- Características de los Datos: a partir de los registros mencionados se obtiene la información para el cálculo posterior de los indicadores, los datos utilizados se pueden clasificar en:

- Mediciones o cálculos directos: datos e información básicos absolutos.
- Mediciones o cálculos relativos: datos o información comparada o en relación con otro parámetro.

2- Categorías de Indicadores: de las categorías generales para la Evaluación de Desempeño Ambiental, se establecen los del tipo Indicadores de desempeño Ambiental (IDAs), y dentro de esta categoría:

- Desempeño de Gestión (IDGs): proporcionan información del esfuerzo de la dirección por influir en el desempeño ambiental.
- Desempeño Operativo (IDOs): proporcionan información sobre el desempeño ambiental de las operaciones de una organización.
- Condición Ambiental (ICAs): proporcionan información sobre la condición ambiental del área donde se desempeñan las actividades de la organización.

3- Frecuencia de Medición: de acuerdo con el tipo de medición, la frecuencia de medición puede ser anual, trimestral o mensual.

4-Recolección de Datos: la información para la obtención de los indicadores proviene de los distintos registros que llevan las distintas dependencias de la Base. Los principales son:

- Artes y registros del Manual de Encargado Ambiental.
- Parte de Residuos a la DNA.
- Registros de Mantenimiento de las Distintas Dependencias (Plomería, Electricidad. etc.).
- Parte Mensual de Transporte.
- Parte Mensual de la Usina.
- Manifiestos de carga.

- Informes de Inspecciones Internas.
- Registros de Análisis de Agua y Efluentes.
- Partes del personal.
- Partes meteorológicos.

5-Evaluación de la Información e Informe de Resultados: semestralmente se procederá a la evaluación de la información obtenida a los fines de compararla con los criterios de desempeño ambiental establecidos. Con una frecuencia anual se confeccionará un informe a partir de los resultados obtenidos en el cálculo de los indicadores. El mencionado informe y su comunicación proporcionan información útil para todas las partes interesadas en relación con el desempeño ambiental.

6-Indicadores de desempeño ambiental:

Tabla 48 Indicadores de desempeño ambiental

OBJETIVO / PROCESO	ACCIÓN DERIVADA	INDICADOR	UM. De MEDIDA	Medición		Categoría		Frec.	
				Directa	Relativa	IDGs	IDOs		
Gestión Integral de los Residuos Generales	Relevamiento de el 100% de los sitios con res. históricos	Cantidad de sitios con RH / Cantidad al año 2014	% de sitios remanentes		X		X	Anual	
	Evacuación de Residuos Históricos y domiciliares	Cantidad de Personas en la Base	Personal en la Base		X		X		Mensual
		Nº de arribos de buques logísticos	Nº arribos		X			X	Mensual
		Nº evacuaciones de residuos	Nº		X			X	Mensual
		Residuos GI generados	M3		X			X	Mensual
		Residuos GI generados / cantidad de personas en la base	M3/ personas			X		X	Mensual
		Residuos GI evacuados / Nº de arribos de buques logísticos	M3 / Nº arribos			X		X	Mensual
		Área de sacrificio por Instalaciones / área total de la Base.	%			X	X		Anual
		Ejecutar plan de Gestión de Residuos	Residuos G II Generados	M3		X			X
	Residuos G II generados / cantidad de personas en la base		M3 / personas			X		X	Mensual
	Residuos G II evacuados / Nº de arribos de buques logísticos		M3 / Nº arribos			X		X	Mensual
	Residuos G III generados / cantidad de personas en la base		M3 / personas		X			X	Mensual
	Residuos G III evacuados / Nº de arribos de buques logísticos		%		X		X		Mensual
	Residuos G IV generados		M3		X			X	Mensual
	Residuos G IV evacuados / Nº de arribos de buques logísticos		M3 / Nº arribos			X	X		Mensual
	Residuos NP generados / Residuos NP Evacuados		Tamb / Tamb			X	X		Anual
	Residuos NP Acumulados		M3		X			X	Mensual
	Residuos RP generados / Residuos RP Evacuados		Tamb / Tamb			X	X		Anual
	Residuos Peligrosos Acumulados		M3		X			X	Mensual

Minimizar impacto por generación de efluentes cloacales	Inspecciones, mantenimiento preventivo y correctivo	Vol. de efluentes generados / cantidad de personas en la base	Lts / personas		X		X	Mensual
		Calidad de los efluentes generados	Apto/No apto	X		X		Anual
		Nº de pérdidas o derrames de efluentes	Nº derrames	X			X	Mensual
Prevención de Accidentes y Derrames	Inspecciones, mantenimiento preventivo y correctivo de combustibles	Nº de derrames o pérdidas de combustible	Nº derrames	X			X	Mensual
		Consumo de GOA Usina (Grupos Electrógenos)	Lts.	X			X	Mensual
		Consumo de GOA Base	Lts.	X			X	Mensual
	Comprobar los planes PREVAC e Hidrocarburos	Nº de situación de emergencias registrados	Nº situaciones	X			X	Mensual
		Nº de prácticas preaccidente	Nº prácticas	X			X	Mensual
		Nº de prácticas contra incendio	Nº prácticas	X			X	Mensual
		Nº de prácticas combustible	Nº prácticas	X			X	Mensual
Registro de Capacitaciones	Nº Capacitac.	X			X	Trimestral		
Asegurar provisión de agua potable	Realizar análisis de potabilidad	Consumo de agua / Personas en la Base	Litros / personas		X		X	Mensual
		Resultado de análisis de agua de consumo	Mensual	X			X	Mensual
		Nº de muestras	Cantidad de muestras	X			X	Mensual
	Optimizar el funcionamiento del derretidor.	Consumo de combustible derretidor / Consumo de agua de la base	Lts/ Lts		X		X	Mensual

8.2.3 Programas de Monitoreo del Cambio Climático

El objetivo de este programa es “Obtener información regular y verificable de las tendencias climáticas en la zona mediante la toma de datos y la recopilación de información en bases de datos para determinar el impacto del cambio climático sobre la Base y evaluar la eficiencia de las medidas de adaptación propuestas.”

Las variables para monitorear son las mencionadas en el Punto 7.4. cuando se analizó el impacto del cambio climático sobre el proyecto:

- Temperatura Media Anual
- Temperatura promedio del verano.
- Profundidad de la capa activa del permafrost.

- Valor promedio de aumento del nivel del mar.
- Número de días con lluvia.
- Cantidad de lluvia anual caída.
- Cantidad de nieve anual caída.
- Propiedades geotécnicas del suelo.
- Ubicación del frente del glaciar.
- Número de eventos meteorológicos extremos.

Las fuentes de información serán en principios las bases de datos internacionales y luego a medida que se avance con el proyecto de la base la estación meteorológica propia que se instalará.

9 LAGUNAS DE CONOCIMIENTO

El proyecto de renovación de la Base Petrel tiene un alcance muy importante y por lo tanto los procesos y actividades que componen cada parte de este son complejos. Disponer de toda la información detallada para evaluar en cada aspecto a tener en cuenta no es siempre una tarea sencilla. Por este motivo consideramos que hay gaps de conocimiento que pueden ir completando a medida que avance el proyecto, en especial en los ítems que desarrollamos a continuación.

9.1 Etapas y Cronograma del Proyecto

El alcance y las actividades que se han descrito en este borrador de EMG dependen de numerosas variables, entre ellas el lograr el financiamiento en los tiempos adecuados y además de la circulación de este borrador. Dado los plazos intrínsecos del proyecto (unos 4 años) las contingencias pueden hacer que el cronograma y las etapas originalmente planteadas deban ser revisadas, hechos que serán notificados e informados por Argentina de manera permanente al Comité de Protección Ambiental y a todas las partes.

9.2 Diseño de las Instalaciones

Al momento de preparar este borrador de EMG, el diseño de renovación de la Base Petrel está en una etapa en la que todos los elementos principales y secundarios de la nueva base propuesta está claramente definidos y proyectados a escala con documentación y especificaciones de respaldo. La misma situación ocurre con la construcción de la pista de aterrizaje y con la central fotovoltaica. Si bien no se esperan modificaciones significativas en todo el proyecto, pueden ocurrir cambios menores entre la circulación de este borrador de CEE y la finalización de los procesos de adquisición. Sin embargo, no se prevé que estos tengan ningún efecto material en la evaluación de impacto en el borrador que hemos presentado.

9.3 Falta de conocimiento en la descripción ambiental

Un aspecto central en una evaluación de impactos ambientales como es este borrador es la descripción y diagnóstico pormenorizado del ambiente en el cual se van a realizar las actividades. En este caso nos encontramos que al ubicarse la Base Petrel en el Norte de la Península Antártica se dispone de información suficiente y significativa para describir la región y/o el área circundante.

La situación es distinta cuando analizamos la situación a escala local dado que la irregularidad en el uso de la Base Petrel no ha permitido disponer de series temporales continuas y actualizadas de información (como por ejemplo de datos meteorológicos y climáticos actuales), como sí existen en otras Base de Argentina. Esta situación se ha tratado de solucionar con la realización de campañas a partir del verano de 2022 que buscan recopilar información sobre el estado del ambiente y sus procesos en la Isla Dundee y el Cabo Welchness. Si bien pueden aún existir “gaps” de conocimiento consideramos que la información ambiental significativamente relacionada al proyecto se ha recopilado.

9.4 Remoción de instalaciones

La metodología de deconstrucción para la renovación de la Base Petrel se ha presentado según el mejor conocimiento actual sobre el estado de los edificios actuales. Pero consideramos que al momento de comenzar con la remoción pueden surgir nuevos obstáculos que obliguen a replantear la actividad para cumplir con el objetivo de minimizar el impacto ambiental del retiro de los antiguos edificios.

9.5 Interacción de la pista y la morrena

El sitio para la instalación de la pista implica en una de sus cabeceras la interacción cercana con la morrena del Glaciar Rosamaría. Mientras que el glaciar es dinámico (en especial en las últimas décadas por el cambio climático), el cordón de morrenas es mucho más estable. Como se ha presentado en este borrador de EMG las características del cordón de morrenas se han evaluado con un alto grado de detalle desde hace ya muchos años. Sin embargo, aún quedan algunas preguntas importantes abiertas y deben abordarse en un futuro próximo, implementando también pruebas específicas en el sitio.

Una de las cuestiones más importantes es considerar que la morrena más cercana a la cabecera de pista está compuesta por una capa superior de escombros áridos de distinto tamaño. Sin embargo, se ha estudiado que debajo de la capa de escombros hay una capa de hielo que incorpora escombros dispersos y que se encuentra sobre el lecho rocoso. Dada la dinámica de este sistema de morrenas es necesario evaluar de manera permanente que pasa con esos núcleos de hielo cuando se retiren áridos de las morrenas de tal forma que el hielo quede expuesto. La necesidad de construir una pista permanente utilizando material de la morrena se tiene el sustento de que tiene un impacto ambiental menor que otras opciones.

Esta forma de construcción ya ha sido utilizada por otros países, pero sin embargo no debemos dejar de tener presente que la modificación de las morrenas implica el seguimiento de la dinámica hídrica de la zona para prevenir que se formen cuerpos de agua sobre la pista.

10 CONCLUSIONES

Este borrador de la Evaluación Ambiental Global (EMG) presentó las actividades asociadas con la renovación de las instalaciones de la Base Petrel y a la construcción de la pista y una central fotovoltaica. Los impactos ambientales probablemente derivados de los aspectos ambientales asociados a las actividades propuestas se evaluaron junto con las medidas de mitigación, adaptación y seguimiento propuestas.

A partir de este borrador de la EMG se puede concluir que es probable que las actividades propuestas tengan un impacto **mayor a mínimo o transitorio en el medio ambiente**, debido a la duración, escala e intensidad de las actividades y sus impactos asociados. Los impactos potenciales más significativos que se espera que surjan son:

- Emisión de Gases de Efecto Invernadero;
- Modificaciones en el paisaje físico, en los cursos de agua y vías de agua de deshielo y alteración del permafrost;
- Alteración de la morrena por remoción y movimiento de áridos;
- Contaminación sonora por generación de ruidos;

- Contaminación de suelos y curso de agua por derrame de sustancias peligrosas;
- Alteración del sustrato por introducción de elementos antrópicos;
- Alteración de la distribución de la fauna y flora por el aumento de las actividades humanas;
- Introducción de especies no nativas por aumento de las actividades humanas;
- Y modificación del paisaje por el aumento del área de sacrificio.

Tabla 49: resumen del nivel de impacto de las actividades.

Nivel de impacto	N	Promedio	Moda	N	Promedio	Moda
BAJO	102	63	48	200	55	96
MEDIO	83	148	144	9	139	128
ALTO	24	269	288	0	0	0
TOTAL	209	121	48	209	59	96

De un total de 209 impactos ambientales estimados en la valoración original, 102 eran de riesgo bajo, 83 de riesgo medio y 24 de riesgo alto. Luego del planteo de las medidas de mitigación finalmente quedaron 200 de riesgo bajo, 9 de riesgo medio y ninguno de riesgo alto (Figura 271 y Tabla 67).

La renovación de la Base Petrel, mediante el pasaje de estación de verano a estación permanente, y el recambio de sus instalaciones tiene como objetivo mejorar el desempeño ambiental de las actividades que Argentina realiza en ella. La situación actual de la Base Petrel - a la cual se ha llegado por un uso no regular de la misma- planteó la necesidad de atender las urgencias que surgen de los aspectos e impactos ambientales asociados a las condiciones de la Base. El estado de las instalaciones expone a los valores naturales de la isla a riesgos asociados a la gestión de residuos, combustibles entre otros. Estas condiciones plantearon en principio la necesidad de su reparación general. De esta manera se busca el objetivo de eliminar o mitigar los impactos ambientales asociados mediante la eficiencia energética, sustentabilidad, eficiencia operativa y disminución de riesgos.

- Reducción de la contribución al cambio climático global gracias al uso de generación de energía renovable (paneles solares);
- Recambio de los edificios por nuevas instalaciones con mayor eficiencia energética y mayor sustentabilidad;
- Reducción de la contaminación del ambiente mediante una nueva planta de tratamiento de aguas residuales;
- Mejores instalaciones y procedimientos para la gestión de los residuos;
- Mejora en todo el sistema de abastecimiento y almacenamiento de combustibles;
- Una importante mejora en las instalaciones para la investigación científica a través de mejores espacios de laboratorio y mejores instalaciones;
- Mejores instalaciones para la residencia del personal.

Las medidas de mitigación y adaptación propuestas, así como los planes de monitoreo de la condición y el desempeño ambiental además de todos los requisitos que se han tenido en cuenta para el diseño de las nuevas instalaciones y los procedimientos para el desmantelamiento de los antiguos edificios se consideran adecuadas y suficientes para gestionar los aspectos e impactos previstos.

Los programas de monitoreo establecidos (condición ambiental, desempeño ambiental y cambio climático) pueden de manera adecuada verificar la magnitud de los impactos previstos, detectar impactos que son más significativos que los previstos y proporcionar una detección temprana de impactos imprevistos. La revisión y el informe de los resultados del seguimiento son elementos significativos para asegurar que las actividades y las medidas de mitigación puedan modificarse según sea necesario para gestionar los impactos ambientales de manera continua.

De esta manera se concluye que es probable que las actividades propuestas sin la aplicación de medidas de mitigación tengan un impacto mayor que mínimo o transitorio en el medio ambiente antártico. Se considera que las actividades propuestas deben continuar, dadas las mejoras en el desempeño ambiental y el apoyo científico y la protección ambiental que permitirán alcanzar.

11 AUTORES Y ASESORES

Este borrador de la Evaluación Medioambiental Global (EMG) fue preparado por el equipo del Programa de Gestión Ambiental y Turismo de la Dirección Nacional del Antártico de Argentina y tiene las contribuciones de:

- Dr. Martín Andrés Díaz. DNA (2020-2022). 2023 Consultor externo.
- Lic. María Luz Abbeduto, Responsable de Evaluaciones de Impacto.
- Ab. Cintia Ogas Mendez, Responsable de Gestión Ambiental.
- Lic. Amalia Fuertes, auxiliar en Evaluaciones de Impacto.
- Pablo del Genio, Responsable de gestión de la información.
- Lic. Paula Verónica Casela, Responsable de Gestión del Turismo.

Autoridades de la Dirección Nacional del Antártico y del Instituto Antártico Argentino:

- Lic. Patricia Verónica Ortuzar, Directora Nacional del Antártico.
- Dr. Walter McCormak, Director del IAA.
- Lic. Sergio Santillana, coordinador científico del IAA.
- Dr. Juan Manuel Lirio, científico del Instituto Antártico Argentino.
- Lic. Marcela Libertelli, científica del Instituto Antártico Argentino.
- Dr. Adrián Silva Busso, científico del Instituto Antártico Argentino.
- Dra. Mariana Juarez, científico del Instituto Antártico Argentino.
- Dr. Javier Negrete, científico del Instituto Antártico Argentino.
- Dr. Pablo Fontana, científico del Instituto Antártico Argentino.
- Lic. Laura Dopchiz, científica del Instituto Antártico Argentino.
- Lic. Tamara Manograsso, científica del Instituto Antártico Argentino.
- Sr. Andrés Zakrajsek, científico del Instituto Antártico Argentino.
- Lic. Aitor Ormazabal, científico del Instituto Antártico Argentino.
- Lic. Cristian Vodopivec, responsable Ciencias Físico Químicas e Investigaciones Ambientales.

- Dra. Viviana Alder, científica del Instituto Antártico Argentino.

Personal de la Dirección Nacional de Política Exterior Antártica:

- Ministro Fausto Lopez Crozet, Director Nacional de Política Exterior Antártica.
- Consejera Ab. Cynthia Mulville.

Instituciones que han participado en la elaboración del Proyecto de la Base Petrel:

Ministerio de Defensa

- Director de Planeamiento de Compras en Ministerio de Defensa: Ab. Víctor Calero

Estado Mayor Conjunto De Las Fuerzas Armadas

Comando Conjunto Antártico

- Responsable del Proyecto Renovación: Cnel. Adolfo Humarán

Ejército Argentino – Dirección de Ingenieros e Infraestructura- Agrupación de Ingenieros

601

Fuerza Aérea - Dirección General Seguridad Operacional Aeroespacial Militar

Armada Argentina – Dirección de Infraestructura

Tandanor

Servicio Meteorológico Nacional

Servicio De Hidrografía Naval

Instituto Nacional de Tecnología Industrial

Dempro .Sa

Instituto Nacional Del Agua

Energy 360

Facultad De Agronomía de la Universidad De Buenos Aires

12 REFERENCIAS

- ALVAREZ, W. 1982. Geological evidence for the geographical pattern of mantle return flow and the driving mechanism of plate tectonics. *Journal of Geophysical Research* 87: 6697 - 6710.
- APPLEBY, P.G., JONES, V.J., ELLIS-EVANS, J.C. 1995. Radiometric dating of lake-sediments from Signy Island (Maritime Antarctic) - evidence of recent climatic-change, *Journal of Paleolimnology*, 13, 179-191.
- ARCTIC CONSTRUCTION. 1973. Department of the air force technical order. TM 5-560, TO 0060B-2, Charter 10, Surfacing of roads and Airfields, 167-211.
- ARISTARAIN A.J. AND R. DELMAS, 1981. First glaciological studies on the James Ross Island ice cap, Antarctic Peninsula. *Journal of Glaciology*. Vol. 27 No. 97 371–379.
- ARISTARAIN, A.J., J. JOUZEL AND C. LORIUS, 1990. A 400-year isotope record of the Antarctic Peninsula climate. *Geophysical Research Letters* 17, 2369-2372.
- BARKER, P.F. 2001. Scotia Sea regional tectonic evolution: implications for mantle flow and palaeocirculation. *Earth Science Reviews* 55: 1-39.
- BEHRENDT J.C., 1983. Petroleum and Mineral Resources of Antarctica, *Geological Survey Circular* 909, 1983, pp 6.
- BERG, R.L. Y G.W. ALIKEN. 1973. Some passive methods of controlling geocriological conditions in roadway construction. 2nd Int. Permafrost Conf. Yakutsk, North American Contrib. Nat. Acad. Sciences, 581-586.
- BERGSTROM, D. M., SHARMAN, A., SHAW, J. D., HOUGHTON, M., JANIONSCHEEPERS, C., ACHURCH, H., & TERAUDS, A. (2018). Detection and eradication of a non-native *Collembola* incursion in a hydroponics facility in East Antarctica. *Biological Invasions*, 20, 293–298. <https://doi.org/10.1007/s10530-017-1551-9>
- BIRKENMAJER K., 1992, Cenozoic glacial history of the South Shetland Island and northern Antarctic Peninsula. *Geología de la Antártida Occidental*. J. López-Martínez (Ed.) Simposios T3 :251-260. III Congreso Geológico de España y VII Congreso Latinoamericano de Geología, Salamanca, España.
- BJÖRCK, S., HÅKANSSON, H., ZALE, R., KARLEN, W. and JONSSON, B.L. 1991a. A late Holocene sediment sequence from Livingston Island, South Shetland Islands, with palaeoclimatic implications, *Antarctic Science*, 3, 61-72.
- BJÖRCK, S., HÅKANSSON, H., OLSSON, S., BARNEKOW, L., and JANSSENS, J. 1993. Palaeoclimatic studies in South Shetland Islands, Antarctica, based on numerous stratigraphic variables in lake sediments, *Journal of Paleolimnology*, 8, 233-272.
- BJÖRCK, S., HJORT, C., INGÓLFSSON, Ó. and ZALE R., J.I. 1996. Holocene deglaciation chronology from lake sediments. *Geomorphological map of Byers Peninsula LIBGSSS-A120*. British Antarctic Survey, Cambridge.
- BRACHFELD, S., DOMACK, E., KISSEL, C., LAJ, C., LEVENTER, A., ISHMAN, S., GILBERT, R., CAMERLENGHI, A. and EGLINTON, L.B. 2003. Holocene history of the Larsen-A Ice Shelf constrained by geomagnetic paleointensity dating, *Geology*, 31, 749-752.

- BUTLER, H.G., 1999. Seasonal dynamics of planktonic microbial community in a maritime Antarctic lake undergoing eutrophication. *J. Plank. Res.*, 21:2393-2419.
- CARRASCO, J. F., & CORDERO, R. R. (2020). Analyzing precipitation changes in the northern tip of the Antarctic peninsula during the 1970–2019 period. *Atmosphere*, 11(12), 1270.
- CAMACHO, H. Y J. FABRE. 1957. Observaciones geológicas y petrográficas en Bahía Esperanza, Puerto Paraiso e islas Shetland del Sur y Melchior. Publicación del Instituto Antártico Argentino N° 4, 39.
- CAPURRO, A. P. (2019). Áreas marinas protegidas en Antártida: análisis de criterios para su designación, con énfasis en la región de la Península Antártica.
- CAPURRO, A. (2021). The Fragile Antarctic Peninsula: Conserving Biodiversity through Marine Protected Areas. *Latin America's Environmental Policies in Global Perspective*.
- CHOWN, S. L., LEIHY, R. I., NAISH, T. R., BROOKS, C. M., CONVEY, P., HENLEY, B. J., MACKINTOSH, A., PHILLIPS, L, KENNICUTT, M. & GRANT, S. M. (2022). *Antarctic Climate Change and the Environment: A Decadal Synopsis and Recommendations for Action*.
- CHOWN, S. L., LEIHY, R. I., NAISH, T. R., BROOKS, C. M., CONVEY, P., HENLEY, B. J., MACKINTOSH, A., PHILLIPS, L, KENNICUTT, M. & GRANT, S. M. (2022). *Antarctic Climate Change and the Environment: A Decadal Synopsis and Recommendations for Action*.
- CHAPMAN.W.L. and WALSH, J. E. 2007. A Synthesis of Antarctic Temperatures, *Journal of Climate*, 20, 4096-4117.
- Clasificación de materiales para subrasantes del Highway Research Board (H.R.B.), su correlación con el valor soporte de California e interpretación. 1958. Provincia de Buenos Aires, Ministerio de Obras Públicas, publicación N° 4, 28 pp.
- SCAR. Antarctic and Southern Ocean Science Horizon Scan - Final List of Questions
- COOK, A., FOX, A., VAUGHAN, D. and FERRIGNO, J. 2005, Retreating glacier fronts on the Antarctic Peninsula over the past half-century, *Science*, 308, 541-544.
- CORRIGAN, C. M., ARDRON, J. A., COMEROS-RAYNAL, M. T., HOYT, E., NOTARBARTOLO DI SCIARA, G., & CARPENTER, K. E. (2014). Developing important marine mammal area criteria: learning from ecologically or biologically significant areas and key biodiversity areas. *Aquatic Conservation: marine and freshwater ecosystems*, 24(S2), 166-183.
- CROSBIE, KIM, AND SPLETTSTOESSER, JOHN, 1997, Circumnavigation of James Ross Island, *Antarctica: Polar Record*, v. 33, no. 187, p. 341.
- DECONTO, R. M. et al. The Paris Climate Agreement and future sea-level rise from Antarctica. *Nature* 593, 83-89 (2021).
- DECONTO, R. M. & POLLARD, D. Contribution of Antarctica to past and future sea-level rise. *Nature* 531, 591-597 (2016).
- DEL VALLE, R.A., ELLIOT, D.H. & MACDONALD, D.I.M. 1992. Sedimentary basins on the East flank of the Antarctic Peninsula. *Antarctic Science* 4 (4): 477-478.

- DOMACK, E.W., ISHMAN, S.E., STEIN, A.B., MCCLENNEN, C.E and JULL, A.J.T. 1995. Late Holocene Advance of the Muller Ice Shelf, Antarctic Peninsula - Sedimentological, Geochemical and Paleontological Evidence, *Antarctic Science*, 7, 159-170.
- DOMACK, EUGENE, and others, 2001, Cruise reveals history of Holocene Larsen Ice Shelf: *EOS*, v. 82, no. 2, p. 13, 16–17.
- DOMACK, E.W., LEVENTER, A., ROOT, S., RING, J., WILLIAMS, E., CARLSON, D., HIRSHORN, E., WRIGHT, W., GILBERT, R. and BURR, G. 2003b. Marine Sedimentary Record of Natural Environmental Variability and Recent Warming in the Antarctic Peninsula. In: Domack EW, Leventer A, Burnett A, Bindschadler R, Convey P, Kirby M (eds) *Antarctic Peninsula climate variability: historical and paleoenvironmental perspectives*, Antarctic Research Series 79. American Geophysical Union, Washington, 205-222.
- EVGENIY ERMOLIN, ADRIÁN SILVA BUSSO, RODOLFO DEL VALLE Y JORGE LUSKY (2006). Estudio geocriológico – geotécnico para el diseño de la pista de aterrizaje en la planicie del Cabo Wellchness – Isla Dundee, Península Antártica”. Instituto Antártico Argentino.
- FERRIGNO, J. G., COOK, A. J., FOLEY, K. M., WILLIAMS JR, R. S., SWITHINBANK, C., FOX, A. J., ... & SIEVERS, J. (2006) Coastal-Change and Glaciological Map of the Trinity Peninsula Area and South Shetland Islands, Antarctica.
- García, J. A., Romanelli, O., Vazquez, J. F., & Socolovsky, H. (2017). Análisis del primer año de funcionamiento del sistema fotovoltaico conectado a la red en base Marambio, Antártida. In *ASADES 2017-XL REUNIÓN DE TRABAJO-SAN JUAN*.
- GOSSTROI, 1977. Stroitelniye normy i pravila, osnovniya i fundamenty na viechnomerzlyj gruntaj (Normas y reglas para la construcción, reglamentos básicos para zonas de permafrost) 11-18-76, Parte 11, Cap. 18, Moscú, 45 pp. (En ruso).
- GOSSTROI, 1978. Stroitelniye normy i pravila, obscheye poloshenia (Normas y reglas para la construcción, reglamentos básicos). 11-9-78, Parte 11, Cap. 9, Moscú, 22 pp. (En ruso).
- Grant, S. M., Waller, C. L., Morley, S. A., Barnes, D. K., Brasier, M. J., Double, M. C., ... & Constable, A. J. (2021). Local drivers of change in Southern Ocean ecosystems: human activities and policy implications. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9, 624518.
- GRIFFITHS HJ (2010) Antarctic Marine Biodiversity – What Do We Know About the Distribution of Life in the Southern Ocean? *PLoS ONE* 5(8): e11683.
- GUGLIELMIN, M. Y DRAMIS F. 1999. Permafrost as a climatic indicator in northern Victoria Land, Antarctica. *Annals of Glaciology*, Vol.29, 131-135.
- HANSSON, L. –A. Y L.J. TRANVIK, 1996. Quantification of invertebrate predation and herbivory in food chains of low complexity. *Oecologia*, 108:542-551.
- HARRIS, C., LORENZ, K., & VAN FRANEKER, J. A. (2015). Important bird areas in Antarctica 2015. BirdLife Int. and Env. Research & Assessment.
- HATHWAY, B., 2000. Continental rift to back-arc basin: Jurassic-Cretaceous stratigraphical and structural evolution of the Larsen Basin, Antarctic Peninsula. *Journal of the Geological Society*, London, 157: 417-432.

- HAVERMAN, C., & COSTA, E. S. SCAR Horizon Scan
- HENNIOT, F.B. Y E.F. LOBACZ. 1973. Corps of Engineers, technology related to design of pavements in areas of permafrost. 2nd Int. Permafrost Conf. Yakutsk, North American Contrib. Nat. Acad. Sciencies, 658-664.
- HJORT, C., Ó., INGOLFSSON, P., MÖLLER & J.M. LIRIO, 1997. Holocene glacial history and sea-level changes on James Ross Island, Antarctic Peninsula. *Journal of Quaternary Science*, 12: 259-273.
- HODGSON, D.A. and CONVEY, P. 2005. A 7000-year record of oribatid mite communities on a maritime-Antarctic island: responses to climate change, *Arctic Antarctic and Alpine Research*, 37, 239-245.
- HUGHES, K. A., PEScott, O. L., PEYTON, J., ADRIAENS, T., COTTIER-COOK, E. J., KEY, G., ... & ROY, H. E. (2020). Invasive non-native species likely to threaten biodiversity and ecosystems in the Antarctic Peninsula region. *Global Change Biology*, 26(4), 2702-2716.
- HUGONNET, R. et al. Accelerated global glacier mass loss in the early twenty-first century. *Nature* 592, 726- 731 (2021).
- INGÓLFSSON I., C. HJORT & O. HUMLUM, 2003. Glacial and climate history of the Antarctic Peninsula since the Last Glacial Maximum. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 35, 2: 175-186.
- INSTITUTO ANTÁRTICO ARGENTINO, 1997. Argentina en Antártida, Publicación Especial, Tomo I, Instituto Antártico Argentino, Dirección Nacional del Antártico, Argentina.
- JEZEK, K. AND RAMP PRODUCT TEAM. 2002. RAMP AMM-1 SAR Image Mosaic of Antarctica. Fairbanks, AK: Alaska Satellite Facility, in association with the National Snow and Ice Data Center, Boulder, CO. Digital media.
- JOHN, B. S. & D.E. SUGDEN, 1971. Raised marine features and phases of Glaciation in South Shetland Island. *British Antarctic Survey Bulletin*, No 24: 45-111.
- JONES, P. D., 1995. Recent Trends in Maximum and Minimum Temperatures in the Antarctic. Climatic Research Unit, University of East Anglia, Unit Kingdom. (Inédito).
- JONES, A.E., WELLER, R., WOLFF, E.W. and JACOBI, H-W. 2000. Speciation and rate of photochemical NO and NO₂ production in Antarctic snow, *Geophys. Res.Lett.*, 27, 345-348.
- KENNICUTT, M. C., KIM, Y., & ROGAN-FINNEMORE, M. (2016). Antarctic roadmap challenges. Council of Managers of National Antarctic Programs.
- KING, J.C., 1994. Recent Climate Variability in the Vicinity of the Antarctic Peninsula. *International Journal of Climatology*. Vol 14 pag:357-369.
- KOTLYAKOV, V.M. y N.A. SMOLYAROVA. 1990. Elsevier's Dictionary of Glaciology. Elsevier, 362 pp.
- KUDRIAVTSEV, V.A (Ed.) 1978. Obshyeie merzlotobedenyie/geokriologiya (Geocriología general). Isdateltsvo Moskovskovo Universitieta, Moscú, 464 pp.
- KUDRIAVTSEV, V.A. (Ed.). 1961. Poleviye geokriologicheskiye issledovaniye (Investigaciones geocriológicas de campo). Academia de Ciencias de la URSS, Moscú. 372 pp.

- LINELL, K.A. Y G.H. JONSTON. 1973. Engineering design and construction in permafrost regions, 2nd. Int. Permafrost Conf., Yakutsk, North American Contr. Nat. Acad. Sci., 553-575.
- LIU, H., WANG, L. and JEZEK, K.C. 2006. Spatiotemporal variations of snowmelt in Antarctica derived from satellite scanning multichannel microwave radiometer and Special Sensor Microwave Imager data (1978–2004), *J. Geophys. Res.*, 111(F1), F01003. (10.1029/2005JF000318.)
- LYTHE, M.B., D.G. VAUGHAN y el CONSORCIO BEDMAP. 2001. BEDMAP: A new ice thickness and subglacial topographic model of Antarctica. *Journal of Geophysical Research* 106, B6, 11335-11351.
- MCCARTHY, A. H., PECK, L. S., & ALDRIDGE, D. C. (2022). Ship traffic connects Antarctica’s fragile coasts to worldwide ecosystems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 119(3), e2110303118.
- MCCARTHY, A., PECK, L. S., HUGHES, K. A., & ALDRIDGE, D. (2019). Antarctica: The final frontier for marine biological invasions. *Global Change Biology*, 25, 2221–2241. <https://doi.org/10.1111/gcb.14600>.
- MORGAN, F., BARKER, G., BRIGGS, C., PRICE, R., KEYS, H., & ZEALAND, A. N. (2007). Environmental domains of Antarctica version 2.0 final report. Manaaki Whenua Landcare Research New Zealand Ltd, 89.
- MORLEY, S. A., ABELE, D., BARNES, D. K., CÁRDENAS, C. A., COTTÉ, C., GUTT, J., ... & CONSTABLE, A. J. (2020). Global drivers on Southern Ocean ecosystems: changing physical environments and anthropogenic pressures in an earth system. *Frontiers in Marine Science*, 7, 547188.
- NOSS, R. F. (1990). Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation biology*, 4(4), 355-364.
- ORELLANA, E. 1982. *Prospección Geoeléctrica en Corriente Continua*. Editorial Panarinfo, Madrid, España. 125 pp.
- ORMAZABAL, A. 2022. *Caracterización hidrogeológica, geocriológica y aspectos geotécnicos de la meseta de Isla Marambio*. Tesis de Licenciatura. Director: Adrián Silva Busso. Universidad Nacional de Buenos Aires.
- PERTIERRA, L. R., HUGHES, K. A., VEGA, G. C., & OLALLA-TÁRRAGA, M. Á. (2017). High resolution spatial mapping of human footprint across Antarctica and its implications for the strategic conservation of avifauna. *PloS one*, 12(1), e0168280.
- PIZARRO, H & IRINA IZAGUIRRE (2009). *Limnología en el área norte de la península Antártica* en Silva Busso, A., Fresina, M., Velasco, I., & Rey, C. (2009). *La península antártica: un nuevo horizonte para las ciencias hídricas*. El Agua en el Norte de la Península Antártica, Fundación Félix de Azara, Buenos Aires, Argentina, Cap, 1, 1-12.
- POPOV, S.V., V.N. MASOLOV, V.V. LUKIN AND A.N. SHEREMETIEV. 2002. Central part of East Antarctica: Bedrock topography and subglacial lakes. *Scientific Conference: Investigation and environmental protection of Antarctica (Abstract)*. St. Petersburg. AARI, 84-85.
- QUAYLE, W., CONVEY, P., PECK, L., ELLIS-EVANS, J., BUTLER, H. and PEAT, H. 2004. Ecological responses of maritime Antarctic lakes to regional climate change. In: Domack E, Leventer A, Burnett A, Convey P, Kirby M, Bindschadler (eds) *American Geophysical Union: Monograph*

- Antarctic Peninsula Climate Variability: A Historical and Paleoenvironmental Perspective, Antarctic Research Series; 79, 159-170.
- QUAYLE, W.C., PECK, L.S., PEAT, H., ELLIS-EVANS, J.C. and HARRIGAN, P.R. 2002. Extreme responses to climate change in Antarctic lakes, *Science*, 295, 645-645.
 - RAMOS, A., MEDINA, F.A., MARTINEZ MACCHIAVELLO, J.C. & DEL VALLE, R.A. 1978. Informe preliminar sobre las sedimentitas del Cretácico medio de cabo Welchness, isla Dundee, Antártida. Instituto Antártico Argentino Contribución 249, 1-13.
 - RAU, F.; MAUZ, F.; VOGT, S.; KHALSA, S.J.S.; RAUP, B.H. Illustrated GLIMS Glacier Classification Manual, version 1.0. Global Land Ice Measurements from Space (GLIMS) Regional Center "Antarctic Peninsula", Institut für Physische Geographie, Albert-Ludwigs Universität, Freiburg, Germany, pp. 6-23, 2005. https://www.glims.org/MapsAndDocs/assets/GLIMS_Glacier-Classification-Manual_V1_2005-02-10.pdf.
 - REYMOND C.S., STAMMERJOHN S.E., BAKER K.S., 1996. Surface Air Temperature Variations in the Western Antarctic Peninsula Region. *Foundations for Ecological Research West of the Antarctic Peninsula*, Antarctic Research Series, Vol 70, pag:105-121.
 - REYNOLDS, J.M. 1981. The distribution of mean annual temperatures in the Antarctic Peninsula. *British Antarctic Survey Bulletin*, 54: 123-133.
 - SILVA BUSSO, A., 2004. Aspectos Hidrológicos Superficiales y Subterráneos del Área Norte de la Península Antártica, *Boletín Geológico Minero, IGME, AIH, UNESCO, Madrid España vol 114, núm 4*, pag: 419-432.
 - SILVA BUSSO, A., FRESINA M., SÁNCHEZ R., 2000. Characterization of the hidrogeological behaviour of Marambio (Marambio) Island. *Antartica. I Joint Congress on Groundwater, Fortaleza, Brasil, Abstracts. 292*, in CD.
 - SILVA BUSSO, A., FRESINA, M., VELASCO, I., & REY, C. (2009). La península antártica: un nuevo horizonte para las ciencias hídricas. *El Agua en el Norte de la Península Antártica*, Fundación Félix de Azara, Buenos Aires, Argentina, Cap, 1, 1-12.
 - SILVA, A. B., ARIGONY-NETO, J., & BICCA, C. E. (2019). Caracterização geomorfológica das geleiras da Península Antártica. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 20(3).
 - SIMÕES, J. C. Glossário da língua portuguesa da neve, do gelo e termos correlatos. *Pesquisa Antártica Brasileira, Rio de Janeiro, n.4, pages119-154, 2004*.
 - SKVARCA, P., RACK W., ROTT H. Y IBARZÁBAL T. Y DONÁNGELO F., 1998. Evidence of recent warming on the eastern Antarctic Peninsula. *Annals of Glaciology*, 27, 628-632.
 - SKVARCA, P., W. RACK, H. ROTT AND T. IBARZÁBAL Y DONÁNGELO. 1998. Evidence of recent warming on the eastern Antarctic Peninsula. *Ann. Glaciol.* 27, 628-632.
 - STARK P., 1994. Climatic Warming in the Central Antarctic Peninsula Area. *Weather Vol 49 Ab (6)*, p: 215-220.
 - SUN, L.G., XIE, Z.Q. and ZHAO, J.L. 2000. A 3,000-year record of penguin populations, *Nature*, 407, 858.

- TABACCO I.E. A. FORIERI, A. DELLA VEDOVA, A. ZIRIZZOTTI, C. BIANCHI, P. DE MICHELIS, A., PASSERINI, 2003. Evidence of 14 new subglacial lakes in DomeC-Vostok area. *Terra Antartica Reports* 8, 2003: 175-179.
- TEJEDO, P., BENAYAS, J., CAJIAO, D., LEUNG, Y. F., DE FILIPPO, D., & LIGGETT, D. (2022). What are the real environmental impacts of Antarctic tourism? Unveiling their importance through a comprehensive meta-analysis. *Journal of Environmental Management*, 308, 114634.
- TERAUDS, A., CHOWN, S. L., MORGAN, F., J. PEAT, H., WATTS, D. J., KEYS, H., ... & BERGSTROM, D. M. (2012). Conservation biogeography of the Antarctic. *Diversity and distributions*, 18(7), 726-741.
- TOLSTIJIN, N.I. Y KIRIUJIN V.A, 1978 (en Mijalov, 1989). *Introducción a la Hidrogeología Regional*, editorial LGI, Moscú, Rusia.
- TURNER, J., BINDSCHADLER, R., CONVEY, P., DI ANCIENT, G., FAHRBACH AND. BOY, J., HODGSON, D., MAYEWSKI, P. & SUMMERHAYES, C. (2009). *Antarctic climate change and the environment*. SCAR.
- TURNER, J., BINDSCHADLER, R., CONVEY, P., DI ANCIENT, G., FAHRBACH AND. BOY, J., HODGSON, D., MAYEWSKI, P. & SUMMERHAYES, C. (2009). *Antarctic climate change and the environment*. SCAR.
- VAUGHAN, D.G., AND LACHLAN-COPE, T., 1995, Recent retreat of ice shelves on the Antarctic Peninsula: *Weather*, v. 50, no. 11, p. 374–376.
- VAUGHAN, D. G., G. J. MARSHALL, W. M. CONNOLLEY, J. C. KING, AND R. MULVANCY, 2001: Climate change: Devil in the detail. *Science*, 293, 1777–1779.
- WILLIAM L. CHAPMAN AND JOHN E. WALSH, 2007: A Synthesis of Antarctic Temperatures. *J. Climate*, 20, 4096–4117. doi: <http://dx.doi.org/10.1175/JCLI4236.1>.
- ZAMBRANO, ZAKRASEK & LIRIO (2022). Evaluación de la peligrosidad sísmica en la región del extremo norte de la Península Antártica y mares circundantes.
- ZAMBRANO, O.M., GULISANO, A.M., POMA, S. Y RUOCCO, M.I. 2022. Caracterización de estructuras del manto superior en la región del extremo norte de la Península Antártica, mediante un análisis de las anomalías de velocidad sísmica. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 49 (3). En prensa, 2022.
- SCAR Bulletin 43 - 1973 January - Twelfth Meeting of SCAR, Canberra, Australia, 1972.
- Montarroyos, D. C. G., de Alvarez, C. E., & Bragança, L. (2018). Methodology for environmental assessment in Antarctic buildings. *Environmental Impact Assessment Review*, 73, 104-113.

Respuesta a los comentarios recibidos por el Comité para la Protección del Medio Ambiente y a las partes del tratado al Borrador de EMG preparado por la Argentina para la “Renovación de la Base Petrel, isla Dundee, Antártida”

1. Introducción

La Secretaría del Tratado Antártico distribuyó la notificación sobre la disponibilidad de la EMG a todas las Partes a través de la Circular de la Secretaría 4 (30 de enero de 2023). La presidenta del CPA lo informó por medio de la Circular del CPA 3 (31 de enero de 2023). Además, la Secretaría puso a disposición de los miembros del comité, en el espacio de trabajo del CPA dentro de su sitio web (<https://www.ats.aq/devAS/EP/CEPWorkspace>), tanto el resumen no técnico como el paquete completo de archivos que conforman el proyecto de EMG, en los cuatro idiomas del Tratado Antártico.

De conformidad con los Procedimientos para la consideración por el CPA de proyectos de CEE se estableció un grupo de contacto intersesional (GCI), coordinado por Nueva Zelanda, para llevar a cabo la revisión del proyecto de CEE “Renovación de la Base Petrel, isla Dundee, Antártida”. La correspondencia del GCI estuvo a disposición de los Miembros y Observadores del CPA a través del foro de debates del CPA, que además proporcionó el Resumen no técnico (RNT) traducido a los idiomas oficiales del Tratado.

Los comentarios del borrador de EMG fueron recibidos por los siguientes respondientes: Diez miembros del PAC (Australia, Canadá, Chile, Ecuador, Francia, Alemania, Nueva Zelanda, Noruega, Reino Unido y Estados Unidos) y un observador (ASOC). Estos comentarios fueron compilados por Nueva Zelanda y presentados en el WP32. Los comentarios incluidos en el documento de trabajo está completo a continuación y las respuestas de la Delegación Argentina (DA) se han insertado debajo de cada comentario (en texto azul) y se han actualizado para reflejar cualquier cambio en el CEE definitiva.

2. Resumen de los comentarios recibidos de los participantes del ICG

Se consideró que algunas partes del proyecto de CEE podrían mejorarse a la luz de los comentarios detallados que figuran a continuación.

La medida en que la CEE cumple con los requisitos del Artículo 3 del Anexo I del Protocolo Ambiental.

Los participantes del ICG consideraron que el proyecto de CEE se ajusta en gran medida y en términos generales a los requisitos formales del Artículo 3 del Anexo I del Protocolo Ambiental. Sin embargo, en sus revisiones, los participantes identificaron una serie de aspectos para los cuales sería útil incluir información o aclaraciones adicionales en una CEE final, si Argentina planea continuar con la actividad propuesta. A continuación, se proporciona un resumen de estos comentarios frente a los requisitos del Anexo I, Artículo 3.2.

Descripción de la actividad propuesta incluyendo su propósito, ubicación, duración e intensidad, y posibles alternativas a la actividad, incluyendo la alternativa de no proceder, y las consecuencias de esas alternativas (Anexo I, Artículo 3.2(a))

Los participantes consideraron que la actividad propuesta, incluido su propósito, ubicación, duración e intensidad, se describieron en los Capítulos 1, 2 y 4. En algunas áreas se proporcionaron una gran cantidad de detalles técnicos, yrn en algunas áreas faltaba información sobre los impactos en el medio ambiente. Hubo repetición y falta de coherencia de la información en estos capítulos, lo que llevó a una falta de claridad sobre el alcance de la CEE, qué etapa de la renovación ya se había completado y qué actividades se habían considerado pero excluido de las actividades propuestas, de los cuales estos últimos deben trasladarse a la consideración de alternativas. A pesar de la información completa proporcionada, los participantes sugirieron que se podrían incluir detalles adicionales sobre:

- *la intensidad planificada de las operaciones en la estación durante la vida útil del diseño de 30 años (incluido el número de personas por temporada en la estación);*

El desarrollo de la base Petrel no implicará el incremento de la actividad aérea del Programa Antártico Argentino en su concepción actual, sino su cumplimiento con mayor eficiencia.

1.1. Operaciones en la actualidad

Operación de aeronaves

En la actualidad el Programa Antártico realiza unos 40 cruces a la Antártida (31 entre Sep/Abr y 9 entre May/Ago). De ellos, unos 34 van a Base Marambio y 6 a Base Frei/Marsh. Una vez desarrollada la base Petrel, se estima que recibirá unos 30 vuelos y otros 10 serán a Marambio, manteniendo el actual promedio de vuelos anuales.

Operación de Helicópteros

Estos operarán desde Petrel y emplearán las 250 hs. anuales, que se emplean al día de hoy desde la base Marambio.

Operación de Buques

El empleo de buques en Petrel durante el verano antártico (Dic/Abr – 5 meses) será de unas 20 oportunidades para la descarga de materiales y transporte de personal.

Personal por temporada

La dotación permanente de la base prevista para el invierno no excederá de 60 personas - 30 logísticos, unos 10 científicos y 10 del grupo aéreo -.

El personal que pasará por Petrel durante el verano se estima en unos 600 Transportes (indica cantidad de movimientos aéreos; cada transporte equivale al movimiento de un avión con 60 personas) desde el continente americano hacia otras bases (ida y vuelta - equivalente a unas 200 personas en tránsito, lo que no significa que todas ellas pernocten en la base). Este número es independiente de la capacidad de la base de albergar hasta 140 personas (camas).

El personal científico durante el verano podrá aumentar hasta 30 personas, ya sea para la realización de investigaciones varias en la base o en otras bases. En este sentido, la base se empleará como punto de escala en tránsito hacia otros sectores (bases y campamento) o para efectuar allí el acopio de muestras y su correspondiente análisis inicial.

Durante la construcción de las instalaciones de la base que tenga lugar durante el verano antártico, se prevé contar con un grupo de trabajo de 25 personas.

1. Operaciones en el futuro

Operación de aeronaves

Operación de aeronaves de mediano porte (C-130 hércules)

En los próximos años no se prevé el incremento sustancial de la actividad aérea nacional, por lo cual el empleo de base Petrel hará más eficiente el transporte aéreo desde el continente americano hacia la Antártida y viceversa. Este dato se apoya en la observación de que durante los últimos 10 años el Programa Antártico Argentino ha disminuido sus vuelos a la Antártida, yendo de unos 55 cruces (año 2013) a 40 (año 2022). Se destaca que ha ocurrido una disminución importante en ocasión de la vuelta al servicio en el año 2019 del buque Rompehielos ARA "Almirante Irizar".

Sí podría haber un incremento en la operación de aeronaves y buques de otros programas antárticos nacionales que coordinen la cooperación con Argentina.

Operación de helicópteros y/o aeronaves de pequeño porte (Twin Otter)

El incremento de personal en tránsito en la base Petrel significará el aumento de operaciones con helicópteros y/o aeronaves de pequeño porte desde Petrel hacia otras bases y campamentos. De igual forma que lo señalado en el punto anterior, es probable que haya una cooperación con otros programas antárticos nacionales.

Con respecto a las operaciones aéreas de helicóptero de Argentina, se considera que no se llegará a superar las 150 hs de helicóptero/aeronaves de pequeño porte, lo cual constituye la cantidad de horas de vuelo máximas que opera en la actualidad Argentina.

Buques

El desarrollo de la base prevé un incremento general en las operaciones con buques, debido a la cooperación internacional con otros programas antárticos nacionales.

En el caso de Argentina, no se prevé un incremento de las operaciones navales en la base. Debe considerarse que, durante la remodelación de la base, en los meses del verano antártico, habrá un incremento de las operaciones con buques con motivo del transporte de las cargas para esa tarea.

Finalizadas estas tareas se estima que la operación con buques nacionales será de unas 8 oportunidades durante el verano antártico.

Personal por temporada

Finalmente, la posibilidad futura de contar con la capacidad de acceder a la base por modo aéreo facilitará la rotación de científicos durante todo el año, como así también la realización de estudios en el lugar por períodos de tiempo más acotados.

Se espera que se incremente la cantidad de personal en tránsito que pase por base Petrel. Se entiende por personal en tránsito aquel que arribe en buque o aeronave a la base Petrel y permanezca en ella hasta un día, y luego se dirija en aeronave o buque hacia otro destino.

Asimismo, se mantendrá la mayor parte de las operaciones de transporte de personal y pasajeros en el verano antártico. En los meses de invierno, el transporte estará limitado al empleo de aeronaves. Se prevé como máximo uno o dos cruces de C-130 Hércules cada dos meses durante el invierno, lo que implicará también el empleo de helicópteros para el traslado de personal y cargas hacia otras bases próximas.

Personal en tránsito: Se ha considerado como promedio máximo del personal del Programa Antártico Argentino, lo siguiente:

Período	Pers. por vuelo	Cant vuelos con personal	Cant vuelos solo con cargas	Total pax	Observaciones
Verano Antar Nov/Mar	30 pax	13	6	390	
Invierno Abr/Oct	10 pax	12	6	120	
Vuelo sanitario	3 pax	3		9	Promedio histórico*
Total	-.-	28	12	519	

* Se trata de repliegues sanitarios por enfermedades y no por accidentes.

se calcula avión completo 60 personas.

el transporte indica cantidad de movimientos.

- una descripción de la producción proyectada de desechos y aguas residuales durante las fases de construcción y operación de la actividad;

Generación de residuos proyectada

Las estimaciones de los residuos que se prevé generar en cada una de las etapas del desarrollo de la base Petrel, son:

Residuos a generar por etapa de desarrollo de la base Petrel				
Etapas	M2 total	Kg Total	tambores	CLIII
Etapa 2	45,90	3060,00	229,50	0,00
Etapa 3	37,63	2508,43	188,13	2,30
Etapa 4	22,85	1523,57	114,27	3,75
Etapa 5	84,37	5624,36	421,83	0,00
total	190,75	12716,36	953,73	6,05

Aguas residuales

En referencia a las aguas residuales producidas, los volúmenes estimados se plantean en máximos de 15m³/día de aguas negras con la base a plena capacidad, y 15m³ cada 4 días en épocas de baja dotación. (ver Anexo 7- aguas; Planta de Tratamiento BAP)

Medio de tratamiento: Los efluentes cloacales serán recolectados en su mayoría en la Casa Principal, e irán impulsados desde esta, hacia la Planta de Tratamiento de Efluentes Residuales. El pretratamiento del líquido, que consiste en la remoción de cualquier sólido considerable que pueda ingresar junto con el efluente, ocurre dentro de la Casa Principal previo ingreso al tanque de almacenamiento para su traslado a la PTAR en ambas líneas de aguas residuales. Dichas líneas están separadas y se acumularán en dos tanques en la parte inferior de la Casa. A partir de allí, el efluente será bombeado por dos líneas térmicamente aisladas, con sistema de calefacción, hasta el edificio donde se encuentre la planta de tratamiento.

Dentro de la PTER, el líquido se recolectará en un tanque de homogeneización, que le elevará su temperatura a 25°C, necesaria para un correcto tratamiento biológico. Luego, será elevado a una cámara de distribución, con altura necesaria para distribuir el mismo en 3 módulos. Cada uno contará con un módulo de oxidación biológico que degrada la materia orgánica mediante la inyección de aire y la acción de microorganismos oxidativos aeróbicos. Posterior a esto, se realizará un proceso biológico secundario de tipo aerobio por medio de lodos activados con aireación extendida.

El proceso se lleva a cabo de la siguiente manera: el agua residual entrará al reactor o tanque de aeración en el que se encuentra un cultivo de microorganismos, suspendidos en el líquido. El agua residual y el cultivo bacteriano se mantendrán en un ambiente aerobio, mediante la inyección de aire mediante sopladores. Después de un determinado tiempo de retención, el agua pasará al tanque de sedimentación secundaria, donde se llevará a cabo la separación de los lodos del agua, la cual saldrá por la parte superior del tanque, terminando aquí el proceso de tratamiento. Una parte de la biomasa sedimentada es retornada al tanque de aeración para mantener una concentración deseada de sólidos suspendidos en el licor mezclado y la otra es retirada del sistema al proceso de digestión aerobia para su estabilización. Factores importantes a controlar son la calidad del agua residual, el tiempo de retención, el suministro de aire y la recirculación de lodos.

Para el final del proceso, el líquido tratado pasará por una cámara de recirculación, que dispondrá de una bomba sumergible con dos salidas, una hacia la cámara inicial, permitiendo mezclar el efluente de los distintos módulos a fin de poner en marcha o frenar la actividad de los mismos acordes a la dotación de personas en la base, y otra salida hacia el filtro de partículas, carbón activado y/o filtro UV. La desinfección del efluente de la filtración, es la etapa en la cual se eliminan los microorganismos que pueden provocar un daño a la salud. Para efectuar la desinfección se pretende emplear esencialmente hipoclorito de sodio (cloro).

Finalmente, pasará por un tanque de deposición final, que contará con una bomba centrífuga externa que permita la expulsión del efluente tratado hacia el sur del Cabo, al mar antártico, o a la superficie de vuelco seleccionada. El lugar seleccionado se encuentra sobre la costa sur en proximidades de la morena. El volcado de aguas tratadas se hará sobre el Estrecho Antártico.

En paralelo, se ubicará un sistema capaz de tratar las aguas grises, provenientes de artefactos como duchas, bachas, piletas de lavado, lavarropas, entre otros. Contará con un tanque de homogeneización, y un sistema de desgrasado, retención de sólidos, aceites y jabones. Mediante la acción de 3 tanques conectados en serie, se propone una filtración física del efluente aguas grises. Dicho sistema termina en un bombeo que pasa por un filtro de material tamizado local (arenas, limos, piedras y arcillas de la propia base) para terminar en un único tanque final. A partir de este punto, el efluente queda listo para ser utilizado para lavado de maquinaria, vehículos o poder ser volcado junto con las aguas negras tratadas.

Cálculo de aguas residuales de la base PETREL (120 personas max)

Descarga de agua domiciliaria 198 l/hab*d.

Se considera el 25% de agua negra a tratar en el sistema biológico.

	Aguas Negras	
N: Número de habitantes	120	Personas
C: Litros de efluente por persona por día	49,5	l/d.persona
Caudal Diario	1732,5	l/d
T: tiempo de retención en días	0,5	d

K: tasa de acumulación de lodos en días	28,5	d
Lf: Contribución de lodo fresco en litros por persona por día	1	l/hab.d
Volumen Tanque (l)	2863,75	Litros

- una estimación del uso de combustible durante las fases de construcción y operación de la actividad;

El consumo de combustible durante la fase 1 – Petrel Base Permanente, está estimado en 160 m3 por año, como máximo, de los cuales 110 son para generación de energía y 50 para calefacción y vehículos. Las maquinarias viales consumirán 30m3. Este valor es el obtenido del primer año en que la base es permanente.

Durante el presente año se estima un consumo en energía similar o menor producto de un reordenamiento del sistema eléctrico (se operaban 2 generadores de 120 KVA) y actualmente lo hace uno solo de 120 KVA. A mediados del segundo semestre se conectará la primera etapa del Parque fotovoltaico (200 paneles) que disminuirá el consumo. Durante la Campaña 2023/2024 se completará el Campo fotovoltaico alcanzando los 576 paneles). Total de consumo esperado durante la etapa de construcción de la base Petrel: 190 m3 por año.

Finalizadas las etapas de desarrollo de la base, se instalarán generadores de 360 KV que incrementarán los consumos a 330 m3 anuales. A este valor deben sumarse los consumos de calefacción, vehículos y maquinarias viales, con lo cual se alcanzan en total unos 400m3 por año.

Estos valores disminuirán con el empleo del campo solar fotovoltaico, de acuerdo al detalle de la siguiente tabla:

Campo Fotovoltaico	Generador	ítem	200 paneles	576 paneles	Obs
<ul style="list-style-type: none"> • Potencia Pico DC: 140 kWp • 576 Módulos Policristalinos mono de 245W 	120 KVA	Ahorro (lts):	26.010,12	74.909,16	Desarrollo de la base Petrel
	110 m3/año	% del total	24%	68%	

<ul style="list-style-type: none"> • 3 Inversores String • Estructura Fija 63° 8 metros de separación entre filas • Superficie Ocupada: 950 m2 • Sistema de Monitoreo remoto 		Equivalente a:	26m3	74,8 m3	Base Petrel en funcionamiento a pleno
		En Verano	40%	100%	
	350 KVA 330 m3/año	Ahorro (lts):	26.537,29	76.427,40	
		% del total	8%	23%	
		Equivalente a:	26,5 m3	76 m3	
		En Verano	14%	40%	

Estos valores son estimativos. Debe aclararse que durante el verano, que es la época de mayor consumo eléctrico en la base, el parque solar aportará hasta un 40% y 100% con generadores de 120 KVA, y del 14% y 40% con los generadores de 360 KVA.

- operaciones estimadas de barco a tierra (incluido el movimiento de pasajeros y carga) durante las fases de construcción y operación de la actividad, incluida la transferencia de combustible y la prevención de derrames durante las operaciones de reabastecimiento

Fases de construcción

Sólo se operará con buques durante el verano antártico.

Durante la construcción de la base el RH Irizar concurrirá por lo menos en 5 oportunidades para la descarga de combustible a granel y cargas generales. Los dos buques tipo "avisos", utilizados en apoyo a la campaña antártica del Programa Antártico Argentino, irán en 6 oportunidades en las que operarán durante un total de 16 días, para la descarga de equipos y materiales.

Las operaciones serán hechas con botes y lanchas de desembarco, barcaza (pontón a motor) y Helicóptero.

El combustible a desembarcar será de unos 60m³ envasados a estibar, y 100 m³ a granel a ser almacenados en las 3 cisternas nuevas, de 25 m³ cada una. (se fue haciendo lugar con los consumos). Esta cantidad de combustible alcanza para el funcionamiento anual de la base durante su desarrollo y para contar con una pequeña reserva.

Las cisternas con que cuenta en la actualidad la base son de pared doble y tienen su propia batea antiderrame y surtidor de combustible. Están ubicadas cerca de la actual casa Principal, a unos 150 m de la costa.

El procedimiento de descarga consiste en llevar a la costa en embarcaciones tanques tipo rolling tank, y desde allí con bombas, se impulsa el combustible a las cisternas. En cada unión se colocaron bandejas antiderrames. Se evitará descargar combustible con helicópteros.

Los lugares de descarga y estiba son los citados en el EMG Petrel puntos 2.2.8.3 Selección de zonas de embarque y desembarco.

Ver Anexo- Plan de manejo de combustibles.

Fase de explotación

Se estima que la operación de buques se mantendrá de igual forma.

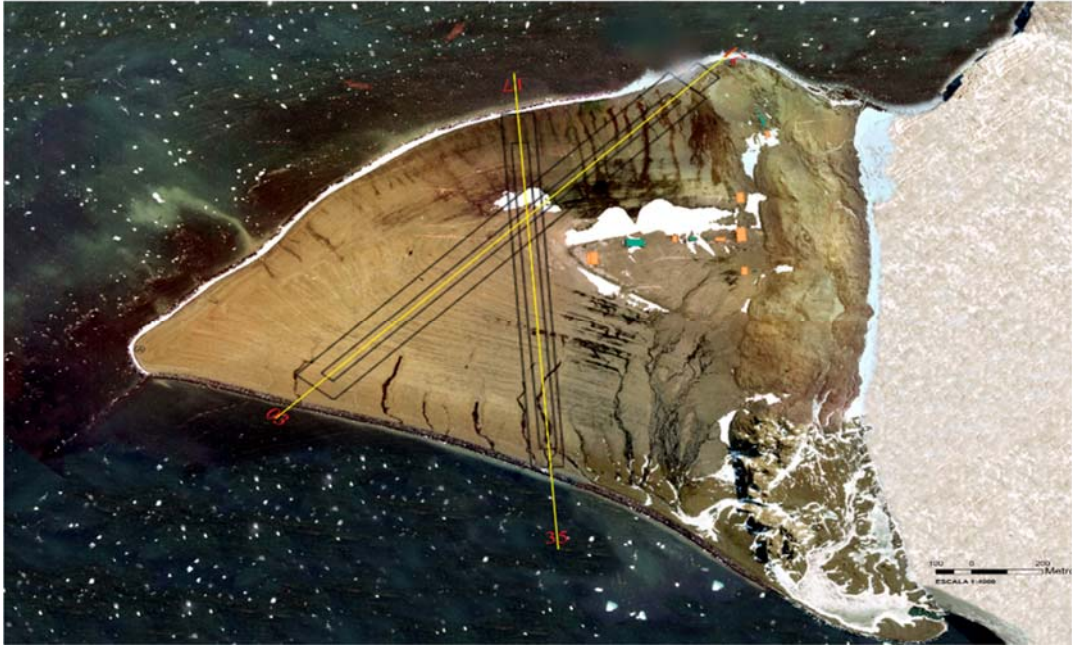
A esto se le sumarán las operaciones aéreas mencionadas en el punto 3.

En el futuro, la descarga de combustible se realizará accediendo a la costa desde los buques con embarcaciones menores y desde allí con bombas y mangueras hasta un parque de cisternas en proximidades de la zona de descarga de combustible.

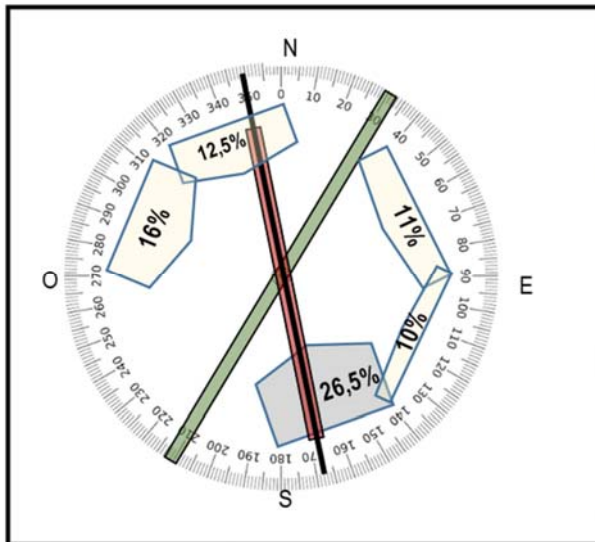
Allí habrá una estación de bombeo que, por cañería, enviará el combustible a los tanques verticales que tendrá la base.

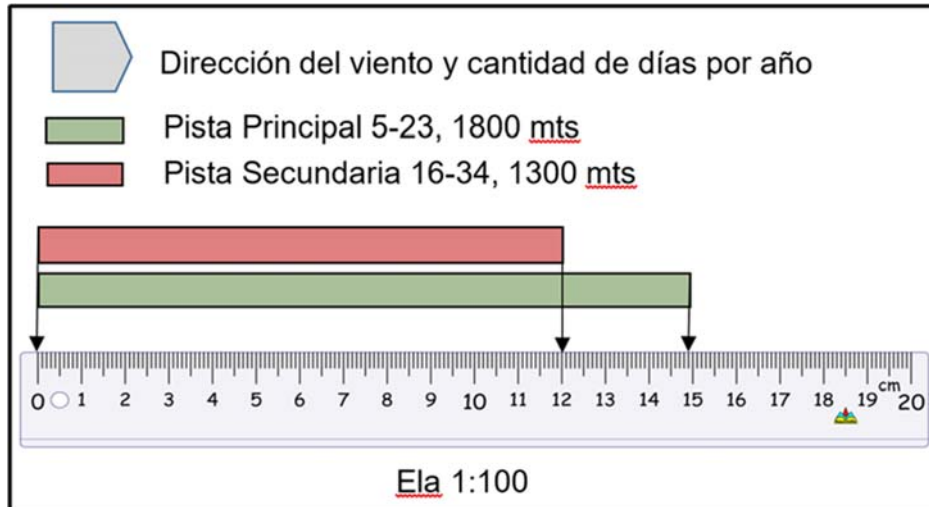
Las zonas de embarco y desembarco se mantendrán.

- cómo se minimizarán o evitarán las introducciones de especies no autóctonas;
Se aplicará el Manual de Especies No Nativas y el Plan de Prevención de Especies No Nativas del Programa Antártico Argentino (ver Anexo 11).
- la necesidad racional/operacional de la construcción de dos pistas, en lugar de una, y cómo esto compensa el impacto ambiental adicional;
De acuerdo al punto 4.7 de la EMG renovación de base Petrel el espacio del Cabo Welchness es amplio y permite el diseño y proyección de pistas de aterrizaje en varias direcciones. El diseño elegido se corresponde a dos direcciones de La Pista Principal con orientación proyectada 03/21, que alcanzará una longitud operativa aproximada de 1.500 metros, la Pista Auxiliar contará con una longitud de 1.200 metros, y una dirección 17/35.



La ubicación de las dos pistas ha sido seleccionada de forma tal que se realice el menor movimiento de suelo posible, y con el objeto de cumplir con la normativa 156.303 (donde se especifica la superficie que deberá quedar libre de obstáculos) y 156.229 B de las Regulaciones Argentinas de Aviación Civil (RAAC) 156, donde se especifica la pendiente longitudinal máxima. Asimismo, estas dos direcciones están orientadas según los datos de vientos disponibles.





Dirección e intensidad de los vientos en base Petrel en relación a las pistas de aterrizaje – Los datos de vientos son históricos.

La pista Principal, de 1500 mts es la que se empleará regularmente, mientras que la pista secundaria de 1200 mts solo se empleará en caso de emergencia o cuando las condiciones meteorológicas cambien en forma no prevista y se deba efectuar el aterrizaje.

Fundamentos de la selección de las pistas

Cambio climático

Es de conocimiento público la influencia del calentamiento global sobre el continente antártico. El aumento de la temperatura promedio en el continente antártico con picos que marcan récords no es más que la manifestación de la influencia del cambio climático en las condiciones meteorológicas de la Antártida. En particular, el norte de la península antártica es la zona de mayor actividad científica de la antártida occidental, con la presencia de casi el 50% de las bases antárticas, lo que implica un gran movimiento de medios navales y aéreos durante el verano antártico, a los que se suman los cruceros turísticos. En esta región circulan regularmente centros de baja presión que emiten vientos en sentido antihorario hacia el norte y el sur antártico. En el caso particular de la península antártica, al sur de la Isla Cerro Nevado se ubican regularmente centros de baja presión sobre la costa Este de la península que emiten sus vientos hacia el norte, los cuales se canalizan a través de las islas Cerro Nevado, Marambio (I. Seymour), I. Ross y más al norte.

El cambio climático está afectando estos centros de baja presión, produciendo no solo las mayores temperaturas señaladas sino cambios en la formación y ubicación de los centros de baja presión y por lo tanto un cambio en las condiciones meteorológicas, especialmente el viento, con direcciones e intensidad fuera de los registros. Esta variabilidad está produciendo cambios repentinos en las condiciones meteorológicas, lo que dificulta aún más su predicción. En el caso de Base Marambio y la Base Petrel, se

están registrando mayores períodos de vientos fuertes y con direcciones no habituales. En este contexto, se considera que estos cambios y situaciones fuera de lo común se incrementarán o se manifestarán de otra forma aún no vista.

En particular, para la base Petrel, los vientos predominantes en el cabo Welchness son Oeste – Este, sin embargo, los más fuertes son Sur – Norte. Estos vientos se dan principalmente a partir del otoño con la ubicación de centros de alta presión al sur de la Isla Marambio/Seymour. Esto significa que, durante el verano, cuando se efectúan la mayoría de los vuelos a Petrel, no será necesario el uso de la pista secundaria en condiciones normales y, a partir del otoño, podría llegar a ser empleada en el caso de que las condiciones meteorológicas (no previstas), obliguen a su empleo ante la eventual necesidad de regresar al continente americano.

Situación sanitaria Mundial

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha señalado que “la aparición de enfermedades infecciosas patógenas en los últimos veinte años y los recientes brotes de enfermedades zoonóticas han llamado cada vez más la atención del público sobre el hecho de que las enfermedades van y vienen entre especies. De los 1.415 patógenos humanos conocidos, el 61% son zoonóticos”.

Un factor importante en la aparición de nuevas zoonosis es el contacto más estrecho con la fauna salvaje tanto de los humanos, como de sus animales domésticos, causado en particular por la creciente invasión de los hábitats de la fauna salvaje. Otros factores generales son los cambios medioambientales, la globalización de la producción y el comercio de alimentos, la adaptación microbiológica y los factores de comportamiento humano.

La globalización de los viajes y el comercio y la agilización de los intercambios de personas y productos entre países permiten una rápida diseminación de las enfermedades infecciosas desde su foco inicial. Es difícil estimar la carga que suponen las zoonosis para la salud humana, sobre todo porque las infecciones endémicas se notifican muy poco en todo el mundo. Sin embargo, es innegable que las zoonosis emergentes tienen implicaciones tanto directas (en términos de morbilidad y mortalidad) como indirectas (por su impacto en la práctica y la estructura de la salud pública) sobre la salud pública.

Las experiencias producidas por el COVID en el ámbito antártico, señalan que a pesar de los esfuerzos realizados para evitar la llegada de virus SARS-CoV-2, la circulación de personal entre los continentes y la Antártida no pudo evitar que hubiera casos de infecciones por covid en el continente antártico, por suerte sin casos letales.

Sin embargo, como medida de prevención, aquellos casos que se manifestaron debieron ser trasladados a centros médicos fuera de la Antártida, para preservar la salud de las personas infectadas y para evitar la propagación del virus.

En la actualidad nos encontramos con la mortalidad de aves y mamíferos contagiados con el virus altamente patogénico de la influenza aviar. Como se ha tratado en la última Reunión Consultiva desarrollada en la ciudad de Helsinki, Finlandia, se estima que la fauna antártica se verá afectada con la producción de casos durante el presente año.

Cuando la influenza aviar es transmitida al ser humano, los síntomas en las personas pueden ir desde una infección leve de las vías respiratorias superiores (fiebre y tos) hasta neumonía grave, síndrome de dificultad respiratoria aguda (dificultad para respirar), shock e incluso la muerte.

Esta nueva alarma implica la confección de nuevos protocolos tendientes a evitar la propagación de la enfermedad y su posible contagio a personas humanas.

Considerando las características de estas enfermedades, en caso de que ocurran casos, el personal deberá ser aislado y rápidamente evacuado hacia un centro de salud fuera del continente antártico.

Estas situaciones señalan que es posible que la aparición de nuevas enfermedades impongan nuevas medidas sanitarias y protocolos que impliquen la evacuación del personal del continente antártico.

Accidentes aeronáuticos

La Organización Internacional de Aviación Civil (OACI) ha publicado su Informe de seguridad operacional correspondiente a 2022, con un análisis detallado de los resultados de seguridad operacional de la aviación civil correspondientes a las operaciones de 2021.

Dichos resultados muestran una disminución del 9,8 % de la tasa mundial de accidentes el año pasado, frente a 2020, con un descenso del 2,14 al 1,93 por millón de salidas.

Sin embargo, en el continente antártico la situación es diferente. El empleo de aeronaves en pistas semipreparadas o de tierra, junto con las características del clima antártico, implica un mayor riesgo.

En los últimos años se han registrado algunos accidentes en las pistas de aterrizaje que se emplean en la península antártica.

- En el año 2016, durante un aterrizaje de un C-130 Hércules en Base Marambio la aeronave tuvo un golpe en la cola que le provocó un daño estructural de tal magnitud que impidió su regreso al continente americano. La aeronave quedó en la pista varios días hasta que pudo ser retirada y recién entonces se hizo posible el arribo de otra aeronave con los repuestos.
- En el año 2014, otra aeronave C-130 Hércules tuvo un accidente en base Frei que impidió la operación del aeródromo por un período de tiempo de una semana.

Estos accidentes, sin pérdidas humanas, indican que es posible que las pistas de aterrizaje queden inutilizables por cierta cantidad de tiempo, dificultando las operaciones aéreas.

Conclusión

La disponibilidad de dos pistas de aterrizaje, una principal y otra secundaria permitirán al programa antártico argentino, contar con una pista de aterrizaje que asegurará:

- El aterrizaje de las aeronaves ante cambios repentinos y no previstos de las condiciones de dirección y potencia de vientos motivados por la influencia del
- Salvaguardar la vida humana, asegurando el aterrizaje de aeronaves destinadas a la aeroevacuación de personal, a pesar de los cambios meteorológicos repentinos o inutilización de una de las pistas.
- Mantener siempre una pista de aterrizaje operativa en el caso que una de ellas requiera mantenimiento o haya quedado bloqueada por un accidente aéreo.
- la frecuencia prevista y el momento de los movimientos de aeronaves;

Con respecto a la frecuencia de empleo del aeródromo, como ya se ha expresado en otras partes, Argentina mantendría su frecuencia actual de hasta unos 40 vuelos promedio por año. De ellos, un cuarto tendrá como destino base Marambio (10 vuelos) y el resto se dirigirán hacia base Petrel (30).

No se operará en base Petrel con dos aeronaves tipo C-130 Hércules en simultáneo.

Argentina no prevé el aumento de vuelos a la base Petrel con la disponibilidad de este aeródromo, sino la redistribución de los mismos entre base Marambio y Petrel.

La disponibilidad de la facilidad del aeródromo, junto con las frecuencias de vuelos argentinos a la base, permitiría su empleo por parte de aeronaves de otros programas antárticos en las oportunidades en que Argentina no prevea vuelos, previa coordinación y en las mismas condiciones que las aeronaves argentinas, facilitando la cooperación antártica.

- la ubicación y la naturaleza de la infraestructura auxiliar, como carreteras e instalaciones científicas (por ejemplo, mástiles, antenas de comunicaciones, tuberías) que se establecerán para apoyar las actividades logísticas y de investigación previstas;

Se agregan como anexo los siguientes gráficos:

- Anexo 8- infraestructura auxiliar
- Anexo 7- aguas
- Anexo 5- combustibles

Consideramos como infraestructura auxiliar aquellas estructuras que no son determinantes en su tamaño o importancia pero que tienen características particulares que hacen al funcionamiento de la base o son puntos característicos de la misma.

Consideramos como tales a las siguientes estructuras:

- Estación Meteorológica automática. Estará ubicada sobre la costa norte del Cabo Welchness. Se instalará luego de la puesta en funcionamiento de la terminal de pasajeros, y servirá para efectuar los pronósticos meteorológicos en apoyo a las operaciones aéreas de la base.
- Torre de control. Será la obra de infraestructura de mayor altura de la base. Integrará el edificio de la terminal de pasajeros. Tendrá una altura de 12 m y sobre su techo contará con una antena y una baliza de 5 m de altura.
- Baliza Sky. Estará ubicada en la costa NE del Cabo Welchness, constituye una ayuda a la navegación.
- Antena Satelital. Con un plato de un radio de 1,8 m, proporciona el enlace satelital (voz y datos) con el continente americano. Se encuentra en la actualidad en proximidades a la actual Casa Habitación. Se prevé su cambio de lugar una vez que la nueva Casa Habitación se encuentre habilitada. Será ubicada en las proximidades de la cara norte del módulo Laboratorio.
- Estaciones de bombeo. Serán empleadas para impulsar fluidos en las diferentes cañerías. Habrá estaciones de bombeo para combustible y en la red de agua. Estas estaciones estarán ubicadas en pequeñas estructuras para la protección de los equipos. Serán operadas en forma manual.
- Punto de volcado de aguas tratadas. Estará ubicado sobre la costa sur del Cabo Welchness y será parte del sistema de tratamiento de aguas grises y negras. Consistirá en una pequeña casilla para la guarda de equipos para el mantenimiento de la cañería calefaccionada que volcará las aguas tratadas al Estrecho Antártico.
- Caminos y red de agua, cloacal y de combustible, ya detallados en el EMG Renovación Base Petrel (puntos 4.9.2 a 4.9.4).

Caminos

Se proyecta una red de caminos que cuenta con un camino principal (orientación N-S), que se encarga de conectar el sector portuario con el sector de servicios de la Base que se encuentra en la plataforma superior, la que a su vez cuenta con una extensión de 500 m. Por otra parte, dentro de la plataforma superior se propone una red que interconecte todos los edificios de este sector entre sí, hasta alcanzar una extensión de alrededor de 1.310 m de trazado vial.

Por último, también se proyecta un camino de 630 m (E-O) que conecte la Terminal de Pasajeros con el camino principal mencionado en un principio, pero por la plataforma inferior, con un diseño que imita el contorno de la plataforma superior.

Los caminos están proyectados sobre huellas preexistentes y por lo tanto proporcionarán sustentación suficiente para el tránsito de los vehículos. Se proyecta, no obstante el rediseño de acuerdo a los siguientes parámetros:

Parámetros de diseño:

- Radio de curva mínimo: 14 m.
- Pendientes longitudinales máximas 15%.
- Pendientes transversales máximas 3%.
- Velocidad de diseño: 30 km/h.
- Carga máxima: 20 t.
- Ancho de calzada: 4 m (sin banquina).

Los caminos serán de suelo consolidado, buscando que los movimientos de suelos sean localizados. Se excavará en los lugares necesarios y el suelo sobrante se utilizará para rellenar en lugares que requieran nivelación.

En el recorrido del camino se preverá el cruce, en distintos puntos, de instalaciones, ya sea de red de agua potable, recolección cloacal, red de distribución de combustible o instalación eléctrica. Se planteará entonces una solución donde se cruzarán los caños por debajo de la calzada del camino y se reforzará la capa rodante con un material que permita a los vehículos cruzar con precaución, sin generar un daño al camino ni a las instalaciones.

Durante el invierno, se realizará el mantenimiento de los caminos mediante el barrido de nieve para permitir la circulación de vehículos a rueda.

Consideración de las rutas desde las zonas de aterrizaje hasta la estación.

La posición del lugar de desembarco de cargas cuenta con conexión hacia las distintas edificaciones existentes y futuras mediante caminos creados para los vehículos. Además, de tener una ubicación cercana a la pista futura, el lugar de desembarco tiene una muy buena comunicación con todas las instalaciones de la base.

Se adjunta el informe “20230907 - Informe Desembarcadero BAP - V1”.

Cañería de agua potable y de efluentes cloacales

La totalidad de las edificaciones propuestas contará con instalación sanitaria completa, tanto de provisión de agua potable como de recolección de efluentes cloacales, por lo tanto, ambos trazados de cañería irán en paralelo.

Se proyectan tres trazados principales de cañerías sanitarias, todas ubicadas por dentro de la planicie superior de la Base. La primera de las cañerías (orientación O-E) recorre por el norte de la línea de edificios que contiene a la Terminal de Pasajeros y al Hangar, Usina, entre otros, hasta el Módulo Técnico anexo a la Casa Principal con una extensión de 550 m. El segundo trazado (orientación N-S) comienza en el lado sur del Módulo Técnico y culmina en la Planta de Tratamiento Cloacal, mientras que el tercero (orientación O-E) comienza en el Hangar de MI-17 para también culminar en la Planta de Tratamiento, realizando su recorrido por el lado sur de esta línea de edificaciones, con una extensión de cañería 165 m para el segundo y 175 m para el tercero respectivamente.

Por último, se cuenta con un tramo de cañería sanitaria secundario que une la Casa de Emergencia ubicada en la plataforma inferior, con el primer tramo de cañería mencionado anteriormente.

El trazado de cañería poseerá cambios de direcciones verticales acordes a la altimetría del terreno, usándose únicamente cambios de direcciones de 45° para obtener la menor pérdida de caudal y velocidad posible. Mientras que los cambios de dirección horizontales admitirán además de los de 45° antes mencionados, codos de 90°. Los conductos que transportarán agua potable serán debidamente presurizados, utilizando equipos de bombas presurizadoras de potencia según cálculo. Los conductos cloacales se proyectarán para trabajar a escurrimiento libre en algunos sectores, y presurizados en otros (a definir según el proyecto). Toda cañería que esté en contacto directo con el exterior será revestida y calefaccionada para evitar el congelamiento de los líquidos que transportan.

Cañería de combustible GOA

El trazado de provisión de combustible (orientación N-S) será el más extenso, de principio a fin, que se encontrará en la base. Este abarca casi 900 m de cañería fija y alrededor de 300 m de cañería flexible removible.

El tramo removible se extiende desde el final del muelle hasta tierra firme, y se utilizará únicamente cuando haya una embarcación atracada en el muelle. El tramo fijo comienza en el sector portuario y recorre una extensión que llega hasta la ubicación de los tanques cisterna de almacenamiento de combustible, ubicados en la zona sur de la plataforma superior. Este mismo recorre a la par del camino principal, cuya orientación es la misma que la traza de GOA.

También la red cuenta con dos tramos secundarios, los cuales comienzan desde los tanques de almacenamiento y son los encargados de proveer de combustible a las Usinas Principal y Secundaria. El tramo que provee a la Usina Principal tiene una extensión de 350 m, recorre paralelamente al tramo principal, para luego cambiar de dirección y acoplarse con la línea de cañerías sanitarias que corre por el lado norte de los edificios antes de terminar en la Usina Principal. El tramo que termina en la Usina Secundaria nace del tramo que provee a la Principal mediante un ramal a 45°, y tiene una extensión de 100 m.

Tal y como ocurre con las cañerías sanitarias, los cambios verticales serán acorde a los cambios del terreno según altimetría, únicamente usando cambios de dirección de 45°. Al contrario que el sanitario, los cambios de dirección horizontal admitirán únicamente codos de 45° para aumentar la eficiencia de la bomba o bombas hidráulicas encargadas de la impulsión de fluido.

Las cañerías de todas las instalaciones antes mencionadas serán de material acorde a las condiciones meteorológicas que el continente blanco demanda.

Se anexa a este documento plano de croquis con infraestructura auxiliar “Anexo 12 Croquis de Infraestructura Auxiliar- BAP”.

Otras instalaciones auxiliares

Con respecto a otras instalaciones, todas ellas serán instaladas en la plataforma central del Cabo Welchness por razones de seguridad. Por otra parte, se está analizando la colocación de la estación meteorológica sobre la costa norte para evitar distorsiones ocasionadas por el viento y las temperaturas provenientes de las instalaciones.

No se prevén instalaciones de alturas superiores a la torre de control que tendrá 10 mts de altura.

- *una descripción más completa de los desechos históricos y la contaminación del sitio y la medida en que se planea la eliminación/remediación y si la limpieza incluirá el manejo de contaminantes residuales en el suelo (por ejemplo, hidrocarburos, metales pesados, asbesto);*

Durante la época en que la base Petrel operó solamente durante el verano, se retiraron los residuos generados por las dotaciones. A partir del año 2014 se inició un proceso de clasificación, almacenamiento y retiro de residuos históricos.

En general, las tareas de mantenimiento de las instalaciones y el corto tiempo de permanencia del personal en la base tuvieron como resultado que cada año se retirara una pequeña cantidad de residuos históricos.

El cambio de situación de la base Petrel, de temporaria a permanente (pasó a operar durante todo el año), facilitó no solo la ejecución de tareas de mantenimiento y recuperación de instalaciones sino la clasificación, almacenamiento y retiro de residuos históricos.

La base contaba con todos los residuos almacenados en el hangar. Fuera de éste, se encontraban estructuras de hormigón con hierros y otras estructuras metálicas (motores) en la costa. Todos estos residuos han sido retirados.

Los desechos históricos, provenientes de lo almacenado en el Hangar, eran cenizas y restos de la casa incendiada en 1976, materiales y hierros. Desde el año 2014 se fueron retirando por partes y se finalizó su retiro durante la Campaña Antártica de Verano (CAV) 2022/2023.

A estos residuos se sumaron los restos de chapas, estructuras metálicas, cables y maderas, producto del mantenimiento realizado durante la CAV 2021/2022. Todos estos materiales fueron replegados.

Con respecto a hidrocarburos, no se observaron derrames ni manchas residuales en las 2 cisternas que se removieron (fueron cortadas). Ver EMG Resumen Ejecutivo.

También se desarmó y preparó para repliegue de las cuatro torres de caño galvanizado de 30 m de altura que conformaban el campo de antenas de la terraza superior. Se

efectuó un relevamiento de la zona verificando la ausencia de aves. Ver EMG Resumen Ejecutivo.

Durante la Campaña Antártica de Verano del año 2023/2024 concurrirá personal a tomar muestras del suelo en la zona de las antiguas cisternas retiradas para verificar la existencia o no de suelo contaminado con hidrocarburos. (Ver Anexo 5- combustibles, Programa ImpaCT.AR)

Tampoco se emplearán hidrocarburos para el desmantelamiento de las instalaciones.

Con respecto a los residuos inertes (hormigón), no fueron replegados por cuanto se espera poder reutilizarlos en las obras.

De esta forma, a finales del primer año de la base como permanente se retiró toda la basura histórica que había en la base, superando lo previsto inicialmente.

Grupo	Kilogramos			Metros ³			Tambores		
	real	previsto	Dif	real	previsto	Total	real	previsto	Tamb
I	2940	3936	-996	4,4	6,6	-2,2	22	33	-11
II	3619	9480	-5861	40	13,8	+26,4	201	69	+132
III	1960	1126	+834	2,4	1,8	+0,6	12	9	+3
IV	31960	1885	+3007 5	142	32,6	+109	710	163	+547
total	40479	16427	+2405 2	189	54,8	+134	945	274	+671

- si las actividades propuestas han sido planificadas para facilitar el eventual desmantelamiento (de la base o la pista) de una manera que minimice los impactos ambientales; y

Las instalaciones podrán ser fácilmente desmanteladas por ser construidas con estructuras metálicas y panelería. Se empleará muy poco hormigón.

Las actividades de desmantelamiento de las instalaciones actuales que serán desafectadas fueron previstas para realizarse en forma secuencial.

Inicialmente se buscó la preparación de los residuos ya almacenados para su retiro. En forma simultánea se realizó la clasificación y preparación de los residuos desperdigados en el sector de la base (estructuras de hormigón y hierros), todos ellos para su repliegue al continente.

Con respecto a los edificios que serán desmantelados, su desarmado se realizará en forma secuencial, en paralelo con la construcción de las nuevas instalaciones, debido a que se las empleará hasta tanto puedan ser reemplazadas.

El desarmado de las instalaciones figura en el cronograma de actividades.

Instalación	Etapa	Instalación	Etapa
Galpón II	Etapa III	Cámara frigorífica	Etapa III
Hangar	-.-	Base ex casa Principal	Etapa I
Casa de Emergencia	Etapa IV	Cisternas	Etapa II
Obrador (Galpón I)	-.-	Casa Principal	Etapa IV
Usina de emergencia	Etapa 3	Campo de antenas	Etapa II

- planes, si los hubiere, para que las instalaciones estén disponibles para apoyar las actividades turísticas.

Como se expresó durante el CEP XXV y RCTA XLV, Argentina no prevé desarrollar actividades de turismo en la base Petrel.

Con respecto a la consideración de alternativas, los participantes consideraron que el Capítulo 5 proporciona una consideración exhaustiva de las alternativas, incluida la alternativa de no proceder. Los participantes sugirieron que se podría considerar la inclusión de detalles adicionales o la consideración de lo siguiente en una CEE final:

- *por qué no se consideró la alternativa de no proceder y la limpieza de la Base Petrel y el cabo Welchness de manera más integral;*

La alternativa de no proceder fue descartada debido a la necesidad de dar respuestas al problema de las estructuras edilicias de la base. El estado de las construcciones en si mismo generaban un riesgo y un pasivo para el ambiente.

A continuación, se describen las observaciones realizadas en el texto “EVALUACIÓN AMBIENTAL INICIAL Obras de Reparaciones y Mantenimiento Campaña Antártica de Verano e Invierno 2021-2022, Base Petrel, Isla Dundee” (https://documents.ats.aq/EIES/EIA/02300spIEE_Obras%20Base%20Petrel%20CAV-CAI2021-2022.pdf)

“Durante la CAV 2014-2015 el Programa de Gestión Ambiental y Turismo de la DNA (PGAyT) mediante el GAT 04 “Gestión de Bases Antárticas - Base Petrel” hizo una revisión ambiental del estado de la base y de las actividades que en ella se realizaban. Las tareas tuvieron como finalidad contribuir al cumplimiento del objetivo principal del proyecto, esto es, mantener un esquema de supervisión permanente del desarrollo de la gestión ambiental en bases antárticas argentinas y con su meta específica, la cual busca garantizar que la totalidad de las actividades argentinas en bases antárticas observen las normativas vigentes referidas a la gestión del ambiente, tanto a nivel nacional como del Sistema del Tratado Antártico.

(...)

Una de las conclusiones generales de esa evaluación fue que las edificaciones databan de los orígenes de la base y no habían sido mantenidas durante las últimas décadas, con lo cual, muchas se encuentran en mal estado. Algunas tienen un estado habitable mínimo. Bajo este contexto, en el área de la base, se encuentran emplazadas dos series de

edificaciones. (...) Todas estas edificaciones padecen del deterioro producido por del paso de los años, el clima y la falta de mantenimiento. Es para resaltar que los dos grupos de edificaciones señaladas distan entre si al menos 500 m y el tránsito entre los mismos fue dificultoso al momento de la visita debido a la ausencia de medios de transporte que faciliten la logística entre los edificios de la estación, a lo cual se sumó, la presencia de nieve.”

- *opciones para restaurar los ecosistemas locales y eliminar los escombros históricos;*

Aunque la restauración de muchos ecosistemas degradados es vital para mantener los sistemas críticos de la Tierra, no todos los ecosistemas pueden o necesitan ser restaurados a sus condiciones naturales anteriores. En muchas situaciones con una larga historia de presiones antropogénicas es importante ser realista sobre el potencial de restauración hasta un estado de sistema ecológico casi natural. En este contexto, la reactivación de la base Petrel favoreció a la remoción del 80% de los residuos históricos en la misma.

- *por qué no se consideraron otras estaciones e infraestructura existente en la Antártida, pertenecientes a Argentina u otras Partes (aparte de la Base Marambio), para proporcionar un examen más completo de la cooperación internacional, las distancias desde otras instalaciones logísticas u otros aspectos como alternativas a la remodelación ;*

Las característica principal a desarrollar en Base Petrel está dada por la posibilidad de operar allí con aeronaves de mediano porte, tipo C-130 Hércules. El análisis de empleo de otras bases que cuenten con similares posibilidades como alternativa al desarrollo de base Petrel, dio como resultado base Marambio y base Frei (República de Chile).

El empleo de esas bases para el intercambio de personal y cargas (Buque-Aeronave), de acuerdo a las necesidades del Programa Antártico Argentino, encontró las siguientes limitaciones:

Base Marambio (Argentina):

- Las temperaturas positivas durante el verano, cada vez mayor y por períodos de tiempo mayores, limita el uso de su pista de aterrizaje durante el período de mayor uso, debido al derretimiento del permafrost (ablandamiento) y aparición de agua sobre la pista que puede provocar el acqua planning del avión. Se ha debido cerrar la pista por cortos períodos de tiempo (2 a 5 días) en algunos meses del verano antártico, época de mayor actividad y rotación de personal científico y logístico. Se ha probado la reparación de la pista con nuevos canales de desagüe para evitar la acumulación de agua en la superficie pero ha dado el resultado esperado.
- Las condiciones de nubosidad sobre la pista en condiciones de temperatura elevada y porcentaje de humedad que provocan la formación de nubosidad solo sobre base Marambio impidiendo el aterrizaje de aeronaves.

- El acceso a MBI de un solo buque afectado a la Campaña (Rompehielos “Almirante Irizar”), (durante el relevo de Base Belgrano 2 no se pueden hacer vuelos a base Marambio).
- Los elevados costos del reabastecimiento de la base, solo posible con helicópteros.
- El deterioro progresivo de las instalaciones por la cantidad de personal que debe alojar en determinados momentos de la campaña.

Los tres primeros puntos señalados provocan la acumulación de personal a la espera del transporte desde y hacia base Marambio en el continente americano (ciudad de Río Gallegos) y en la base, constituyendo un cuello de botella en la rotación del personal, especialmente en el personal científico que debe realizar sus investigaciones en más de una base. Las demoras del personal en la base Marambio traen aparejado que en ella se acumulen hasta 150 personas en tránsito, saturando los servicios de la base y por lo tanto dificultando las tareas de la base.

Desde hace 10 años se analizan alternativas para el mejoramiento de la operatividad en MBI (pista, y Log) pero no han sido viables (Mejoramiento de la pista – abastecimiento de combustible desde la costa).

Base Frei (Chile)

En la actualidad empleamos el aeródromo Tte. Marsh para realizar los vuelos de transporte de personal a las bases del norte de la península.

A pesar de la buena predisposición de las autoridades de la República de Chile, esta base presenta las siguientes limitaciones con relación a nuestro programa antártico

- No cuenta con capacidad de alojamiento para el personal en tránsito, lo que implica que cada vez que se vuela a Frei debe haber un buque en las proximidades para el embarco del personal.
- El personal queda sobre la costa para el embarque en medios navales
- Se dificulta el transporte de cargas (es casi nulo) desde la pista de aterrizaje al buque y viceversa.
- Ha habido oportunidades en que a pesar de haber condiciones para el aterrizaje de aeronaves en Frei, el viento impide la operación de embarcaciones menores hacia la costa, por lo que los vuelos del Programa Antártico Argentino deben cancelarse.

Por estas razones, mejoras a la infraestructura de la Base Marambio o una mayor coordinación con la base Frei tendrían un impacto considerablemente menos eficiente que la renovación de la Base Petrel..

Base Marambio – Base Petrel

Las dificultades logísticas señaladas en relación a base Marambio, obligaron a evaluar la reutilización de la base Petrel. Inicialmente se la utilizaba como base temporaria y su

operación durante el verano estaba orientada a realizar el mantenimiento mínimo de las instalaciones y los trabajos de batimetría para la confección de la carta náutica de la zona.

A partir de 2013, con la idea de recuperar la base, se comenzó a considerar la posibilidad de utilizarla como un punto con posibilidades logísticas, en especial luego de la adquisición de nuevos buques tipo avisos (Remolcadores Polares) que estarían en apoyo al Programa Antártico Argentino.

Finalmente, se decidió efectuar el análisis del desarrollo de la base Petrel para centralizar allí la actividad aérea y liberar base Marambio de las dificultades actuales. El desarrollo de base Petrel, permitirá en base Marambio, un uso más racional de la misma, disminuyendo gradualmente el empleo de su pista de aterrizaje para ser empleada como pista alternativa para aeronaves tipo C-130, y permitiendo la recuperación de sus instalaciones y un mejor uso para el despliegue de campamentos científicos en la Isla Marambio, Cerro Nevado, Ross y toda la zona próxima a la base.

- *la opción de importar agregados en lugar de extraer materiales locales;*

La opción de importar agregados (arenas) fue estudiada pero los volúmenes a llevar son muy grandes y por lo tanto costosos. Además, se corre el riesgo de introducir organismos exóticos.

Por otra parte, del análisis realizado sobre los materiales de la morrena, surge que los mismos son aptos para ser empleados en la nivelación de las pistas de aterrizaje y hormigón.

Con respecto a los áridos, la piedra de base Petrel es apta y suficiente para la construcción de estructuras de hormigón y rellenos a realizar. Se ha seleccionado un sector de la morena, ubicado en su sección norte donde hay una gruesa capa que permite su extracción, sin poner al descubierto el permafrost. Las piedras varían en sus calibres de tal forma que seleccionándolas (criba puede ser empleada para el relleno de los sectores más bajos y nivelar las pistas.

- *construir una sola pista en lugar de dos y si una pista más larga (1800 o 2100 m) que se extienda hacia el entorno marino cercano a la costa es más adecuada o no;*

La extensión del cabo Welchness permite la posibilidad de construir 2 pistas casi perpendiculares sin necesidad de alterar las costas. La construcción de una sola pista en base Petrel pero de una longitud mayor a la evaluada, no aporta más medidas de seguridad al vuelo y por otra parte implica avanzar sobre el mar alterando el lecho marino. Desde este punto de vista, esta pista tendría un mayor impacto ambiental que la construcción de dos sobre el terreno descubierto de la base Petrel.

La extensión sobre suelo marino es mínima y solo se proyecta las franjas de seguridad lateral y parte frontal. No afectan la pista en sí, puesto que sobre esas zonas no deberían circular las aeronaves. No obstante y en caso de ser necesario se podrían acortar las pistas unos 100 mts

Por otra parte, la posibilidad de construir una sola pista extendiéndose más hacia el entorno Marino, (en contraposición de hacer 2) implica un mayor movimiento de tierra, un mayor esfuerzo y un cambio mayor en el medio ambiente del Cabo Welchness. Asimismo, la longitud planificada de las pistas satisface la operación de las aeronaves logísticas con que cuenta el Programa Antártico Argentino (Aeronaves C-130).

Finalmente, el alargamiento de la pista no supe los fundamentos señalados para construir la pista alternativa.

- *la construcción de una superficie de pista de asfalto versus grava;*

La superficie de la pista será de grava compactada. No se prevé el empleo de asfalto ni sustancias bituminosas por su afectación al medio ambiente e impacto ambiental.

La construcción de la pista de grava resultará menos onerosa y se realizará de acuerdo a los estándares medioambientales antárticos. Como se expresa en la evaluación, sólo se le agregarán geo-celdas y un geotextil para darle una mayor resistencia a la tracción de la aeronave, se la compactará con rodillos mecánicos y se la rociará con agua para lograr su estabilidad mecánica.

- *la construcción de un muelle/desembarcadero e infraestructura asociada;*

No se prevé la construcción de un muelle ni embarcadero en la base Petrel. Inicialmente, se pensó en su construcción, pero estudios de factibilidad y complejidad en su construcción, sumados a las corrientes marinas y la acumulación de hielos durante la época invernal desaconsejaron su construcción.

Alternativamente se mantendrá el empleo de muelle de tipo temporario (desmontable) confeccionado con material de puente M4T6, que permite su armado y desarmado en función a las necesidades de la recepción de cargas en la zona costera.

- *programar elementos de las actividades de construcción y operaciones de aviación para evitar períodos sensibles para la vida silvestre local (p. ej., muda, emplumamiento); y*

Teniendo en cuenta que toda la zona de la Base alberga una fauna de ocurrencia esporádica, poco abundante y que no se registra actividad de cría de ninguna especie en las inmediaciones, la intromisión perjudicial que pudiera producirse podrá afectar a muy pocos individuos, los que podrán retirarse espontáneamente sin riesgo de comprometer su supervivencia.

- *alternativas a la extracción de agua doméstica de las lagunas cercanas.*

Empleo del derretidor

La base cuenta con un derretidor de hielo en servicio de 1000 l de capacidad, que funciona aprovechando los gases a temperatura de los generadores. El derretidor está ubicado junto a la usina principal en el exterior. Se prevé cubrirlo para mejorar su aislamiento y rendimiento. El agua obtenida es bombeada hacia los tanques ubicados en la usina Principal para su almacenamiento y posterior envío a la Casa Principal.

En caso de no poder tomar agua de la laguna sur, se recoge hielo dulce de la costa y se lo derrite en el derretidor de la base. Para ello, se seleccionan trozos de hielo de glaciar varados en la costa y se los pica en trozos pequeños. Luego, se los carga en una máquina vial y se lo lleva al derretidor que se encuentra junto a la actual Usina principal.

Empleo del desalinizador

Hasta el momento no ha sido necesario el empleo del desalinizador PLANTA DESALINIZADORA Y POTABILIZADORA KARCHER WATERCLEAN 1600 GT con que cuenta la base. Se evita su uso, dado que necesita operar en un ambiente cálido para tener un rendimiento óptimo, lo que implica un mayor costo energético.

- *establecer límites en tu proyecto y definir con precisión los objetivos, plazos y entregables del proyecto que deseas lograr*

El desarrollo de la Base Antártica Petrel (BAP) se ha pensado como un proceso de una etapa previa y cinco etapas bien definidas. La duración de las etapas no será de un año calendario, sino que podrá ser mayor y finalizará cuando se completen las obras y tareas previstas para cada una de ellas.

Asimismo, la ejecución del conjunto de etapas no será sucesiva en el tiempo, sino que el número de cada etapa expresa el orden en que se iniciará cada una de ellas. Por ello, la ejecución de una determinada etapa de desarrollo no excluye la posibilidad de ejecutar en simultáneo una o varias de las actividades previstas en otra etapa posterior.

La secuencia de las etapas responde a la lógica de desarrollo de la base. Sin embargo, es posible que actividades de diferentes etapas puedan desarrollarse en forma simultánea. Esta posibilidad se prevé teniendo en consideración los tiempos de construcción, las facilidades de transporte de los insumos y las características particulares del ambiente geográfico (Geografía, condiciones meteorológicas y épocas de acceso a la zona).

En síntesis, las etapas establecidas, responden a una metodología lógica de planeamiento, que no puede ser rígida, y por lo tanto, se encuentra sujeta a ajustes y adaptaciones.

Con respecto a las actividades a desarrollar en cada etapa, deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

El inicio de la ejecución de las tareas de cada etapa se prevé para el momento en que comienza el verano antártico (primeros días de diciembre).

Asimismo, las actividades principales de cada etapa se desarrollan entre los meses de septiembre e inicios de abril, dado que se trata de los meses más favorables para realizar las actividades al aire libre. Durante los meses restantes, las actividades a desarrollar serán internas y estarán sujetas a un cronograma más flexible, mientras que las realizadas en el exterior serán puntuales.

El proyecto mantiene las mismas características descritas en la versión borrador de la EMG, donde se ha descartado la obra del muelle. En la nueva versión de la Evaluación Global se eliminó toda referencia del mismo.

Se adjunta el cronograma de obra en el Anexo I.

Descripción del estado de referencia ambiental inicial con el que se compararán los cambios previstos y una predicción del estado de referencia ambiental futuro en ausencia de la actividad propuesta (Anexo I, Artículo 3.2(b));

Los participantes consideraron que el Capítulo 6 describe exhaustivamente el medio ambiente del norte de la península antártica en general y el medio ambiente circundante, así como las características geográficas y físicas de la isla Dundee, pero no proporciona una descripción completa del medio ambiente y las sensibilidades particulares del cabo Welchness, donde se propone la actividades están previstas para llevar a cabo.

Los participantes sugirieron que se proporcionaran más detalles sobre:

- *elaboración y presentación de los resultados de un estudio de referencia del medio ambiente de la zona, incluida la composición y distribución de la vegetación, la biodiversidad de agua dulce, la biodiversidad de invertebrados terrestres y la biodiversidad marina intermareal;*
- *la huella de perturbación física existente (es decir, el tamaño y la ubicación de las áreas del paisaje en Cape Welchness que ya han sido perturbadas por actividades humanas);*
- *la presencia y distribución de flora y fauna terrestre y la proximidad a los diversos elementos de la actividad propuesta, incluidas las trayectorias de vuelo de las aeronaves;*
- *el entorno marino costero en las inmediaciones de la actividad propuesta (p. ej., comunidades marinas, hábitats, macroalgas, invertebrados, hidrodinámica);*
- *las ubicaciones, naturaleza y extensión de los sitios contaminados asociados con actividades pasadas;*
- *características ambientales en las inmediaciones de las canteras y lagunas de abastecimiento de agua; y*
- *desierto y valores estéticos, teniendo en cuenta las actividades pasadas.*

Línea de Base Ambiental

La línea de base ambiental se encuentra aún en desarrollo dado que hay una diferencia, en cuanto a la información disponible, entre una base sin uso y una permanente.

En la campaña antártica de verano (CAV) 22-23 se continuaron con los relevamientos geológicos que tienen como objetivo analizar el permafrost y el acuífero en las planicies fluvio-glaciares. Los resultados de estos estudios se encuentran en los Anexos "Estudios de suelo", "Canteras de Base Petrel y Ensayos granulométricos" y "Movimientos de suelos".

En la próxima CAV (23-24) se completarán esos estudios y se redactará el informe final; se iniciarán los análisis de dinámica costera y perfil de costa; se realizará un relevamiento

geológico, geomorfológico y estructural, y de las nuevas superficies expuestas a partir del cambio climático (integrando a la geología existente); se realizará un nuevo relevamiento de la fauna que habita y transita el cabo; se continuará el relevamiento de flora; se iniciará el estudio de la comunidad de macroalgas que habita el intermareal; y se realizará un relevamiento de los sitios contaminados con Hidrocarburos con el objetivo de evaluar la eventual necesidad de realizar trabajos de remediación (ver Anexo 5- combustibles; Programa ImpaCT.AR).

Se proyecta continuar con la recolección de datos para la línea de base en la CAV 24-25. Se iniciarán los estudios de la dinámica de circulación en la costa; se comenzará la recolección de datos meteorológicos de serie homologada; y se continuarán los estudios de la comunidad bentónica intermareal.

En cuanto al relevamiento de la flora del cabo, información acerca de la identificación de los organismos a nivel de especie será completada en el transcurso de este año y el próximo.

La Huella de Perturbación Física

En la figura que sigue a continuación se observa la huella de perturbación física ya existente en la base. Las áreas más impactadas se encuentran en el margen nor- noroeste del cabo.



Los participantes indicaron que el estado futuro previsto del medio ambiente tampoco estaba explícitamente claro. Se habían presentado algunas descripciones (p. ej., cambio climático), pero podría incluirse una sección específica. Además, se sugirió que la Argentina debe limpiar los residuos históricos de este sitio, independientemente de que la actividad propuesta se lleve a cabo o no.

Descripción de los métodos utilizados para pronosticar los impactos de la actividad propuesta (Anexo I, Artículo 3.2(c))

Los participantes pensaron que se describió una metodología clara (en la Sección 7.1), pero se podrían proporcionar más detalles sobre los datos utilizados para pronosticar los impactos y una revisión de las evaluaciones provistas en los anexos que para algunos impactos no parecían precisos, y algunos impactos probables fueron señalado como ausente. Un participante no tenía claro el uso de un quinto factor relacionado con los "aspectos legales" que se incluyó en el cálculo de la importancia y se pudo proporcionar más información sobre su uso.

Nuestra nueva metodología de evaluación de aspectos surgió del análisis de las usadas por las demás partes. El factor "aspectos legales" contempla la normativa ambiental que utiliza el Programa Antártico Argentino, a continuación se extiende una explicación más acabada del objetivo de este factor.

Las normas regulatorias constituyen instrumentos de gestión ambiental de tipo preventivo. Determinan el marco lógico de acción para las actividades antrópicas y su monitoreo y control. Los instrumentos de regulación directa (comando y control) consisten en la promulgación y obligatoriedad de leyes y normas que prescriben objetivos de calidad ambiental y de manejo y conservación de los recursos naturales renovables y del medio ambiente.

Una de las estrategias más utilizadas para prevenir y controlar que el uso del ambiente y sus recursos, es la formulación e implementación de normas orientadas a establecer controles de calidad ambiental, de emisión, de vertimiento y de concentración de residuos sólidos, cuyo incumplimiento genera la imposición de sanciones.

Las normas de calidad ambiental establecen un conjunto de condiciones ambientales, entendidas como los niveles aceptables que deben cumplirse para asegurar la protección ambiental y la salud de la población en un territorio dado. Estas normas señalan niveles de calidad de agua, aire y suelo principalmente. Las normas o estándares de emisión corresponden al establecimiento de condiciones ambientales medidas en el efluente de la fuente emisora y aplicables al aire, agua y residuos sólidos, que deben ser cumplidas por quienes generan la contaminación. Los estándares se definen en función del cumplimiento de los propósitos de la calidad ambiental. La determinación de los parámetros de calidad ambiental, se realiza con base en criterios físicos, químicos y biológicos. Dichos parámetros consideran la dinámica de los procesos y elementos que los afectan, y la capacidad del recurso o del ecosistema, para soportar las presiones y recuperar su estado de equilibrio. Los parámetros de calidad se fijan de manera diferenciada, de conformidad con los diversos usos a los que se va a destinar el recurso. Por ejemplo, la norma de calidad de agua para consumo humano es diferente a la exigida para la depuración de efluentes.

Las normas de calidad establecidas para los diferentes usos de los recursos, operan como límite para determinar la cantidad, la clase y los requisitos para verter, emitir o arrojar

sustancias o elementos en ellos. El propósito de la norma es el de asegurar que aquellos elementos que representan algún grado de peligro para el ambiente se encuentren por debajo de los límites de tolerancia establecidos. Idealmente tanto en la fijación de normas primarias, que se relacionan con la salud de la población humana, como en el establecimiento de las secundarias, destinadas a proteger el medio ambiente o la naturaleza, se requiere información sólida, confiable y validada. La existencia de normas basadas en el mejor conocimiento científico-técnico disponible dotan de previsibilidad y racionalidad a los actos de gobierno y de los actores sociales controlados por las autoridades estatales.

Las normas de emisión se refieren a contaminación física, química o biológica y pueden versar sobre todos los recursos naturales incluyendo el paisaje. Mediante estas normas, se busca señalar estándares permisibles para cada elemento contaminante o fuente de contaminación, de modo que si son excedidas pueden corregirse acciones, sancionarse al infractor o reajustar valores que conserven mejor el recurso (mecanismo de retroalimentación). Los estándares se definen en función del cumplimiento de los propósitos de la calidad ambiental.

Las regulaciones pueden también referirse a la prohibición o restricción cuantitativa en el uso de los recursos naturales renovables y del medio ambiente.

Dentro de este marco explicativo, la falta de normas regulatorias implica una mayor riesgo ambiental y la existencia de normas regulatorias basadas en el mejor conocimiento científico-técnico disponible implican una mayor racionalidad del accionar de los agentes públicos y privados que operan en el territorio. Dicha variable intenta ser cuantificada en la matriz.

Estimación de la naturaleza, extensión, duración e intensidad de los probables impactos directos de la actividad propuesta (Anexo I, Artículo 3.2(d)) y Consideración de posibles impactos indirectos o de segundo orden de la actividad propuesta (Anexo I, Artículo 3.2(e)); Los participantes señalaron que esto se ha considerado e incluido en las tablas de evaluación de impacto de los anexos, aunque se pensó que tenían un contenido limitado y que algunos impactos pueden haberse pasado por alto o estar ausentes.

Se han recepcionado los comentarios recibidos y se han realizado modificaciones menores sobre las matrices de impacto ambiental tomando algunas de las sugerencias realizadas por las partes.

Consideración de los impactos acumulativos de la actividad propuesta a la luz de las actividades existentes y otras actividades planificadas conocidas (Anexo I, Artículo 3.2(f)); Los participantes sugirieron que esta sección del borrador de CEE (Sección 7.6) no tenía suficientes detalles para brindar una evaluación adecuada de los impactos acumulativos y podría brindar una mayor explicación y más detalles para comprender mejor las conclusiones descritas en esta sección.

Se han revisado las CEE anteriores para reevaluar los impactos acumulativos y asegurarse de que todos se han tenido en cuenta. No hemos encontrado modificaciones nuevas para hacer sobre esta sección.

Identificación de medidas, incluidos programas de seguimiento, que podrían tomarse para minimizar o mitigar los impactos de la actividad propuesta y para detectar impactos imprevistos y que podrían brindar una alerta temprana de cualquier efecto adverso de la actividad, así como para tratar con prontitud y eficacia los accidentes; (Anexo I, Artículo 3.2(g))

Los participantes señalaron que las medidas de mitigación se identifican en las tablas de evaluación de impacto en el anexo 2-6. El programa de monitoreo se incluye en el Capítulo 8 y se observa que los detalles del programa de monitoreo aún no se han desarrollado una vez que la estación esté operativa. No está claro qué monitoreo se llevará a cabo durante las fases de redesarrollo para detectar cualquier impacto adverso imprevisto de las actividades en el medio ambiente antártico, así como para tratar con prontitud y eficacia los accidentes ambientales. Participantes sugirió que se necesitaba más reflexión sobre la frecuencia de algunos monitoreos y la consideración/inclusión de estudios de invertebrados terrestres/del suelo. Se proporciona más información en los TdR n.º 2.

Las medidas de mitigación han sido incluidas en el texto de la versión actualizada (ver EMG ítem 7.3.2).

La implementación del Programa de Monitoreo de la Base Petrel estará orientado por la mejor ciencia y tecnología disponible y en cuanto a su implementación estará sujeto a la previsión de fondos acordados en el presupuesto Nacional. Esto implica que hay impactos que son o serán monitoreados en el corto plazo, ej.:

- % de área de sacrificio por uso de caminos (CAV 23-24);
- Presencia y cantidad de derivados de hidrocarburos en el suelo (CAV 23-24);
- Cantidad y tipo de residuos.
- Mapa de cursos de agua superficiales del Cabo Welchness (CAV 23-24).
- Mapa de sitios de acumulación de agua (CAV 23-24).
- Evaluar patrones de uso de hábitat de las especies (CAV 23-24).
- Localizar los parches de vegetación y georreferenciarlos mediante GPS (CAV 23-24).
- Profundidad de la capa activa, temperatura del suelo (CAV 23-24).
- Mapa de lagunas y estimación de volumen (CAV 23-24).

Identificación de impactos inevitables de la actividad propuesta (Anexo I, Artículo 3.2(h));

Los participantes señalaron que los impactos inevitables no se identificaron explícitamente, pero podrían deducirse de las tablas de evaluación de impacto en los Anexos 2 a 6.

Consideración de los efectos de la actividad propuesta sobre la realización de investigaciones científicas y sobre otros usos y valores existentes (Anexo I, Artículo 3.2 (i));

Los participantes señalaron que el borrador de la CEE indica que el propósito de la actividad propuesta es establecer un nuevo centro científico y logístico para el programa antártico de Argentina para apoyar el programa científico y facilitar la cooperación internacional, pero

sugirieron que la CEE debería describir los efectos, si los hubiere, de la actividad propuesta sobre la realización de investigaciones científicas o sobre otros usos existentes, ya que la información facilitada se consideró relativamente limitada.

Las investigaciones científicas que se desarrollarán en la Base son las que ya han sido detalladas.

Una identificación de lagunas en el conocimiento e incertidumbres encontradas al compilar la información requerida bajo este párrafo; (Anexo I, Artículo 3.2(j))

Los participantes señalaron que la Sección 9 del borrador de CEE describe las lagunas de conocimiento, pero sugirieron que se deberían considerar algunas lagunas e incertidumbres adicionales evidentes en el resto del documento, junto con una indicación de los pasos que se tomarán para abordarlas, que incluyen:

- el estado actual del entorno marino cercano a la costa y una comprensión detallada de la diversidad, abundancia y distribución de la biota terrestre;
- la cantidad de desechos que se espera generar durante las operaciones de la estación, y el enfoque planificado para el manejo de desechos sólidos biodegradables y aguas residuales (incluida la ubicación de descarga de efluentes);
- lugares de vertido al medio marino de efluentes de aguas residuales y salmueras de la planta de ósmosis inversa;
- implicaciones de la construcción de pistas para la hidrología local / drenaje y flujo hacia el medio ambiente marino;
- ubicaciones, volumen y tipos de desechos históricos y contaminación del suelo; y
- las incertidumbres en torno a la interacción de la pista y la morrena bajo diferentes escenarios de cambio climático, especialmente dados los impactos ya experimentados en la Base Marambio.

Algunos de los items descriptos anteriormente ya han sido esclarecidos en el corriente texto y en la EMG, entre ellos, los que hacen mención de: la cantidad de desechos que se espera generar, los lugares de vertido, la ubicación y tipos desechos históricos, y la contaminación del suelo por hidrocarburos.

Un resumen no técnico de la información provista bajo este párrafo; (Anexo I, Artículo 3.2(k)) y El nombre y dirección de la persona u organización que preparó la Evaluación Ambiental Integral y la dirección a la que deben dirigirse los comentarios al respecto (Anexo I, Artículo 3.2(l)).

Los participantes anotaron el Resumen Ejecutivo, los datos de contacto en la portada y la Sección 12 que enumera a los autores y asesores.

Si la CEE: i) ha identificado todos los impactos ambientales de la actividad propuesta; y ii) sugiere métodos apropiados para mitigar (reducir o evitar) esos impactos

Los participantes señalaron que la actividad propuesta es compleja, pero el borrador de CEE ha identificado ampliamente la mayoría de los impactos ambientales de la actividad

propuesta y describe las actividades que se llevarán a cabo para mitigar (reducir o evitar) esos impactos.

Sin embargo, a pesar de una descripción técnica detallada de la Renovación de la Base Petrel (Capítulos 1, 2 y 4) y una descripción del medio ambiente (Capítulo 6), algunos elementos de la actividad propuesta carecen de información sobre los impactos en el medio ambiente (como se describe en ToR#1) y, en consecuencia, los impactos totales de las actividades propuestas en el medio ambiente son difíciles de evaluar.

Si bien los Anexos 2 - 6 del borrador de CEE contienen resúmenes de alto nivel bien presentados de los aspectos ambientales, los impactos potenciales de la actividad propuesta y las medidas de mitigación, la descripción de apoyo en el cuerpo principal de la CEE (Capítulo 7) falta o está ausente, lo que dificulta determinar si se han identificado los impactos ambientales de las actividades propuestas sobre el medio ambiente y si las medidas de mitigación sugeridas son adecuadas.

Las áreas potenciales de mejora incluyen:

- una descripción más detallada de las actividades planificadas (incluyendo, por ejemplo, métodos de construcción, métodos de explotación de canteras, uso de áreas de acopio y presencia y uso de caminos entre las diferentes áreas del sitio);
- identificación y descripción de los aspectos ambientales que se derivarán de las actividades previstas;
- descripciones claras de cómo los aspectos identificados impactarán en el medio ambiente;
- una sección dedicada y detallada sobre medidas de gestión y/o mitigación con una descripción completa de las medidas de mitigación propuestas, incluidas las medidas M1-M30 a las que se hace referencia en los Anexos 2 a 6, así como las medidas de mitigación para los impactos ambientales aún no identificados;
- aclarar que se implementarán medidas de mitigación para todos los impactos de baja importancia, como se desprende de los Anexos 2 a 6, lo que refleja un enfoque de precaución adecuado; y
- proporcionar enlaces a / resúmenes de los planes de manejo de apoyo (por ejemplo, Plan de Contingencia Base, Manual de Vida Silvestre, Plan de Manejo de Residuos, Manual de Embarcaciones Pequeñas, Directiva para Trabajo en el Exterior del Programa Antártico Argentino).

Tener las tablas de evaluación de impacto divididas en las diferentes actividades (es decir, la reparación, mantenimiento y demolición de las instalaciones originales (Anexo 2); la construcción de nuevos edificios (Anexo 3); la construcción, uso y mantenimiento del área del aeropuerto (Anexo 4); la construcción de la planta de energía fotovoltaica (Anexo 5) y las lagunas de suministro de agua (Anexo 6)) es útil. Sin embargo, se sugirió que esto no permitía una evaluación exhaustiva de las actividades que se llevarían a cabo en paralelo, ya que parecía que se consideraban individualmente. Por lo tanto, se podría considerar más a fondo cómo se presentan las tablas de evaluación de impacto en la CEE final.

Los participantes sugirieron que algunos impactos ambientales pueden haber sido pasados por alto o no considerados y podrían ser discutidos como relevantes en la CEE final. Estos pueden incluir:

- impactos al medio ambiente marino, asociados con:
 - o la ampliación de la(s) pista(s) de aterrizaje hacia el entorno marino cercano a la costa;
 - o los movimientos de tierra de la pista y la erosión potencial, la generación de polvo y la escorrentía de sedimentos de los canales de drenaje planificados, arroyos y riachuelos existentes;
 - o disposición de salmuera de la planta de ósmosis inversa; y
 - o operaciones de barco a tierra, incluido el uso de barcas de desembarco y transferencia de combustible;
- impactos a la flora y fauna terrestre asociados con el polvo generado durante las actividades de demolición, construcción y operación de la pista y otras instalaciones nuevas;
- impactos de la contaminación lumínica y nuevas estructuras (por ejemplo, mástiles, ventanas) en las aves voladoras;
- impactos en la vida silvestre y la vegetación en Cape Welchness derivados de un aumento en las actividades humanas luego del redesarrollo de la estación (es decir, aumento de personal y actividades científicas y logísticas);
- impactos de la presencia y visibilidad de la estación y las instalaciones en el paisaje antártico (p. ej., impactos en la naturaleza y los valores estéticos);
- impactos a nivel de hábitat y ecosistema de la construcción y operación en curso;
- impactos en la salud humana, teniendo en cuenta que no hay una población humana permanente en las cercanías de la base, se podrían considerar los efectos en la construcción y otro personal;
- impactos del cloro que se utilizará en el tratamiento (y disposición) de las aguas residuales;
- impactos por ruido y emisiones atmosféricas durante las etapas de construcción y operación;
- requerimientos de agua potable por persona y para toda la operación; y
- posibles impactos en la cooperación con otras naciones y estaciones cercanas en términos de operaciones logísticas.

Si las conclusiones del proyecto de CEE están adecuadamente respaldadas por la información contenida en el documento.

Todos los participantes acordaron que debido a la escala y complejidad de las actividades propuestas descritas en la CEE para la Reurbanización de la Estación Petrel, es probable que los impactos tengan más que un impacto menor o transitorio en el medio ambiente y que una CEE es el nivel apropiado de evaluación de impacto ambiental para la actividad propuesta.

Sin embargo, los participantes del ICG sintieron que la conclusión del borrador de CEE no se alinea con la evaluación de impacto ambiental y las medidas de mitigación identificadas presentadas en el Anexo 2-6. Tomando nota de que el Capítulo 11 del proyecto de CEE

establece que, 'De un total de 209 impactos ambientales estimados en la evaluación original, 102 fueron de bajo riesgo, 83 de mediano riesgo y 24 de alto riesgo. Después de que se propusieron las medidas de mitigación, finalmente 200 eran de bajo riesgo, 9 de mediano riesgo y ninguna de alto riesgo', los participantes pensaron que esta evaluación parecía poco probable y optimista e indicaron que una revisión de la evaluación de impacto ambiental y una descripción y consideración más detallada de las medidas de mitigación era necesario para apoyar la celebración de la CEE.

La claridad, el formato y la presentación del proyecto de CEE

Los participantes del ICG comentaron en general que el borrador de la CEE es un documento claro, bien estructurado, bien escrito y completo. Sin embargo, debido a la complejidad de las actividades propuestas, los participantes sugirieron las siguientes mejoras para mejorar la presentación y claridad del documento:

- Consolidar la descripción de la estación y el proyecto de renovación, particularmente los Capítulos 2 y 4, en un solo capítulo para evitar la duplicación o repetición de información;
- Asegurar la claridad de la información presentada para evitar confusiones de las actividades propuestas. Por ejemplo, se presenta información contradictoria que hace que no quede claro si la instalación portuaria ha sido o no incluida o descartada;
- Reorganizar parte de la información presentada para mejorar el flujo de información para el lector, moviendo la información de contexto importante antes en el documento;
- Eliminar o reubicar la información técnica o de ingeniería en un anexo cuando no sea relevante para la evaluación de los impactos ambientales. Esto apoyará la reducción en el tamaño total del documento;
- Mueva las tablas de evaluación de impacto ambiental al cuerpo del texto y discuta los impactos de manera más completa dentro del documento para apoyar la comprensión de los impactos y revise la codificación de colores utilizada en las tablas para mayor precisión y consistencia;
- Dedique una sección para describir las medidas de mitigación y los efectos que mitigan dentro del documento;
- Incluya una 'Lista de figuras', una 'Lista de tablas' y una 'Lista de siglas' con la Tabla de contenido y asegúrese de que la Tabla de contenido coincida con la estructura del documento;
- Asegúrese de que todas las Figuras y Tablas estén etiquetadas y mencionadas con precisión en el texto del documento, ya que muchas están mal etiquetadas o faltan;
- Asegúrese de que el uso de siglas se explique primero antes de usarlo en todo el documento;
- Mejorar la resolución y claridad de los mapas y figuras en todo el documento, asegurándose de que estén debidamente etiquetados y traducidos cuando sea posible, ya que muchas etiquetas de figuras eran ilegibles;
- Asegúrese de que todos los mapas incluyan una escala, orientación y leyenda; y

- Eliminar la referencia al 'Territorio Antártico Argentino' (página 40).

Conclusiones

Habiendo revisado el borrador de CEE preparado por Argentina para la 'Reurbanización de la Estación Petrel, Isla Dundee, Antártida' de acuerdo con los Procedimientos para la consideración del borrador de CEE entre sesiones por parte del CPA, el ICG informa al CPA que:

1. El proyecto de CEE se ajusta en gran medida a los requisitos del Artículo 3 del Anexo I del Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente, aunque es necesario abordar algunos elementos del Artículo 3 con mayor detalle.
2. Argentina debe considerar los temas planteados durante el ICG y, si decide continuar con la actividad propuesta, hay varios aspectos sobre los cuales se debe proporcionar información o aclaraciones adicionales en la CEE final requerida. Estos asuntos se describen en detalle en las presentaciones realizadas por los participantes y se resumen en este informe del ICG. En particular, se señalan a la atención del Comité las sugerencias de que se proporcionen más detalles sobre:
 - la descripción de la actividad propuesta, incluyendo en particular más detalles de la construcción y las actividades operativas de la futura estación, como el consumo y la gestión del agua, la gestión de desechos y aguas residuales, la gestión del combustible, las actividades del barco a tierra (es decir, pasajeros, carga y suministro de combustible /entrega), operaciones de pista, limpieza de desechos heredados y prevención de la introducción de especies no autóctonas;
 - alternativas a la actividad propuesta, incluido un examen más profundo de no proceder y la limpieza integral de la base Petrel y el cabo Welchness en términos más generales, un análisis más completo de por qué otras estaciones y la infraestructura existente en la Antártida no eran adecuadas y opciones con respecto al número y la construcción alternativas para la(s) pista(s) y puerto;
 - el estado de referencia ambiental inicial, incluida una evaluación más completa de la flora y la fauna terrestres y cercanas a la costa y el alcance de la perturbación y contaminación humanas en el sitio de la estación y en Cape Welchness más ampliamente;
 - la metodología utilizada para pronosticar los impactos de la actividad propuesta, incluida la forma en que se determinaron las calificaciones de importancia del impacto dada la escala y complejidad de la actividad propuesta y la falta de cierta información presentada en la CEE;
 - una evaluación más completa de los impactos acumulativos que podrían surgir con las actividades propuestas, las actividades existentes y otras actividades planificadas conocidas en el área;
 - una evaluación más completa y una descripción de las medidas de mitigación, incluso para los impactos no abordados o suficientemente bien descritos;
 - el programa de monitoreo ambiental antes, durante y después de las actividades de construcción; y
 - lagunas en el conocimiento, en particular la comprensión de la diversidad, abundancia y distribución de la flora y la fauna en el medio marino terrestre y

costero, detalles de cuestiones operativas como el número de personas, la generación y descarga de desechos y aguas residuales al medio ambiente, las actividades de las aeronaves y impactos de la construcción de la pista para la hidrología/drenaje local y flujo hacia el medio ambiente marino, ubicaciones, volumen y tipos de desechos históricos y contaminación del suelo y las incertidumbres en torno a la interacción de la pista y la morrena en diferentes escenarios de cambio climático, especialmente dados los impactos ya existentes con experiencia en la Base Marambio.

3. Debido a la escala y complejidad de las actividades propuestas descritas en la CEE para la Reurbanización de la Estación Petrel, es probable que los impactos en el medio ambiente tengan más que un impacto menor o transitorio en el medio ambiente y que una CEE sea el nivel apropiado de impacto ambiental evaluación de la actividad propuesta. Sin embargo, la conclusión del borrador de CEE no se alinea con la evaluación de impacto ambiental y las medidas de mitigación identificadas y se sugiere que se necesitaba una revisión de la evaluación de impacto ambiental y una descripción y consideración más completa de las medidas de mitigación para respaldar la conclusión de la CEE.
4. El borrador de CEE es generalmente claro, bien estructurado y bien presentado, aunque debido a la escala y complejidad de las actividades propuestas, se hicieron sugerencias para mejorar la presentación y claridad del documento.

3. Comentarios de las Partes y Observadores

Comments from Australia

Part 1: General comments and conclusions on the four Terms of Reference

Australia thanks Argentina for the opportunity to comment on the Draft Comprehensive Environmental Evaluation (CEE) for 'Petrel Antarctic Base Renovation, Dundee Island, Antarctica'.

As the lead agency for Australia's Antarctic Program, the Australian Antarctic Division (AAD) of the Department of Climate Change, Water, Energy and the Environment coordinated a review of the draft CEE within Australia. The document was made available to the public, to relevant government agencies, and to environmental, scientific and operational experts within the AAD. The public comment period closes on 14 April 2023, and we will inform Argentina of any comments received.

Australia welcomes Argentina's commitment to continue its significant research activities in Antarctica, and commends Argentina for several aspects of the proposal, including plans to:

- utilise a location already subject to disturbance from previous activities, and address legacy environmental issues through the removal of disused facilities and associated materials
- maximise energy efficiency and use renewable sources to meet a component of the energy requirements
- establish advanced scientific facilities and make them available for international use
- implement a comprehensive environmental monitoring program
- address the implications of climate change for the proposed activities, including associated environmental impacts.

The following comments are structured around the terms of reference for the Committee for Environmental Protection (CEP) intersessional open-ended contact group established to review the draft CEE.

1) *The extent to which the CEE conforms to the requirements of Article 3 of Annex I of the Environmental Protocol*

The draft CEE generally conforms to the requirements of Article 3 of Annex I, however further details could be provided to more fully address some requirements.

Article 3.2(a) description of the proposed activity including its purpose, location, duration and intensity, and possible alternatives to the activity, including the alternative of not proceeding, and the consequences of those alternatives

- Sections 1, 2 and 4 of the draft CEE describe the proposed activity. To ensure a clear and comprehensive description of the nature and scope of the proposed activity,

which is an important basis for assessing associated environmental impacts, additional details could be provided about some elements of the proposal including, for example:

- ship-to-shore operations during construction and use of the station, including fuel transfer and spill prevention during resupply operations
 - planned intensity of operations at the station over the 30-year design life, including anticipated frequency and timing of aircraft movements
 - plans, if any, for the facilities to be available to support tourism activities
 - rationale / operational need for constructing two runways, rather than one, and how this outweighs the additional environmental disturbance
 - location and nature of ancillary infrastructure, such as roads and scientific installations (e.g. masts, communications antennas, pipelines) to be established to support planned logistics and research activities
 - estimates of fuel use and waste generation during the construction and operational phases of the activity
 - whether the planned clean-up of historical wastes will include management of residual contaminants in the soil (e.g. hydrocarbons, heavy metals, asbestos)
 - whether the proposed activities have been planned to facilitate eventual decommissioning in a manner that minimises environmental impacts.
- It would be helpful to clarify that some stages of the broader Petrel Base Project have already occurred, and do not fall within the scope of the CEE's assessment of proposed activities (e.g. Preliminary phase: studies, and Stage 1: permanent base). The CEE also describes in detail some matters that appear to have been considered in earlier planning phases, but which do not form part of the proposed activity. Such matters could be mentioned in the discussion of alternatives, but could be excluded from other sections of the CEE, including:
- the construction of a pier / wharf and associated infrastructure
 - a longer (1800 or 2100 m) runway extending into the nearshore marine environment
 - an asphalt runway surface.
- Section 5 of the draft CEE describes alternatives to the proposed activity, including station layouts and the option of not proceeding. This section could be expanded to also include a description of additional alternatives, including:
- constructing / operating only one runway, noting the unavoidable environmental impacts associated with runway construction
 - scheduling elements of the construction activities and aviation operations to avoid sensitive periods for local wildlife (e.g. moulting, fledging)
 - alternatives to drawing domestic water from the nearby lagoons.

Article 3.2(b) a description of the initial environmental reference state with which predicted changes are to be compared and a prediction of the future environmental reference state in the absence of the proposed activity

- Section 6 of the draft CEE describes the existing environment. It presents considerable detail about the broader northern Antarctic Peninsula region, as well geographic and physical characteristics of Dundee Island. However, there is only a relatively brief description of the biodiversity and other characteristics of the Cape Welchness site and surrounding locations that are most likely to be impacted by the proposed activity.
- To ensure a comprehensive pre-activity description against which impacts can be identified and evaluated, and to establish a baseline for monitoring, further details (including maps / figures) could be provided regarding:
 - the existing physical disturbance footprint (i.e. the size and location of areas of the landscape at Cape Welchness that have already been disturbed by human activities)
 - the presence and distribution of terrestrial flora and fauna and proximity to the various elements of the proposed activity, including aircraft flight paths
 - the nearshore marine environment in the vicinity of the proposed activity (e.g. marine communities, habitats, macroalgae, invertebrates, hydrodynamics)
 - the locations, nature and extent of contaminated sites associated with past activities
 - environmental features in the vicinity of the quarries and water supply lagoons
 - wilderness and aesthetic values, taking into consideration past activities.
- The draft CEE does not explicitly present a prediction of the future environmental reference state in the absence of the proposed activity, although it does highlight that further environmental impacts would occur if no action is taken to address continuing deterioration of existing facilities and legacy wastes.

Article 3.2(c) a description of the methods and data used to forecast the impacts of the proposed activity

- Section 7.1 describes the methodology used for the impact assessment. Further detail could be provided regarding the data used to forecast the impacts.
- Some of the risk ratings presented in Annexes 2 to 6 seem very low, particularly for apparently significant and unavoidable impacts such as landscape disturbance and destruction of native vegetation and microinvertebrates within the footprint of the runways and quarries. For example, in Annex 4 the runway preparation (i.e. 'Track construction') would permanently alter the landscape within the runway footprint, including destruction of moss and lichen beds and infilling of rivulets and water drainage pathways. The only available mitigation would be to not construct the runway, so it is unclear how such impacts can be characterised as less than or equal to 'transitory'.

Article 3.2(d) estimation of the nature, extent, duration, and intensity of the likely direct impacts of the proposed activity

- See comments below under Term of Reference 2(i).

Article 3.2(f) consideration of cumulative impacts of the proposed activity in the light of existing activities and other known planned activities

- The draft CEE presents an overview of environmental threats and changes in the northern Antarctic Peninsula region, such as climate change, national Antarctic program activities and tourism. This provides valuable context for the assessment of the proposed activities at Petrel Base which will, as outlined in Section 7.6, contribute to cumulative impacts in the region.

Article 3.2(g) identification of measures, including monitoring programmes, that could be taken to minimise or mitigate impacts of the proposed activity and to detect unforeseen impacts and that could provide early warning of any adverse effects of the activity as well as to deal promptly and effectively with accidents

- See comments below under Term of Reference 2(ii).

Article 3.2(h) identification of unavoidable impacts of the proposed activity

- The matrices in Annexes 2 to 6 identify various impacts that would be unavoidable if the activity proceeds (e.g. landscape disturbance and disturbance to terrestrial vegetation), but these impacts are not explicitly described as 'unavoidable'.

Article 3.2(i) consideration of the effects of the proposed activity on the conduct of scientific research and on other existing uses and values

- The draft CEE indicates that the purpose of the proposed activity is to establish a new science and logistics hub for Argentina's Antarctic program, and to facilitate international cooperation. It could describe the effects, if any, of the proposed activity on the conduct of scientific research or on other existing uses.

Article 3.2(j) an identification of gaps in knowledge and uncertainties encountered in compiling the information required under this paragraph

- Section 9 of the draft CEE describes knowledge gaps. It could identify some additional gaps and uncertainties evident from the remainder of the document, together with an indication of what steps will be taken to address them, for example including:
 - the current state of the nearshore marine environment and a detailed understanding of the diversity, abundance and distribution of terrestrial biota
 - the amount of wastes expected to be generated during station operations, and the planned approach to managing solid biodegradable wastes and waste water (including effluent discharge location)
 - locations for discharge to the marine environment of waste water effluent and brine from the reverse osmosis plant

- implications of runway construction for the local hydrology / drainage and flow into the marine environment
- locations, volume and types of historical wastes and ground contamination.
- The uncertainties around interaction of the runway and the moraine, identified in Section 9.5, seem significant and critical to the success of the overall project. It would seem important to address those uncertainties early, to inform broader project planning and decision-making.

2) **Whether the CEE:**

i) has identified all the environmental impacts of the proposed activity;

- Annexes 2 to 6 of the draft CEE contain well-presented high-level summaries of the environmental aspects and potential impacts of the proposed activity. However, the absence of more detailed supporting descriptions in the main body of the CEE means it is challenging to make an independent assessment of the environmental impact predictions. As highlighted in the EIA Guidelines, a primary purpose of a CEE is to provide a clear and comprehensive description of identified aspects and impacts, with a table or matrix serving as a useful overview. Further, there are some likely impacts that currently do not appear to be identified, for example including:
 - impacts to the marine environment, associated with
 - the extension of the runway(s) into the nearshore marine environment
 - the runway earthworks and potential erosion, dust generation and sediment runoff from planned drainage channels, existing streams and rills
 - disposal of brine from the reverse osmosis plant
 - ship to shore operations, including use of landing barges and fuel transfer
 - impacts to terrestrial flora and fauna associated with dust generated during demolition activities, and construction and operation of the runway and other new facilities
 - impacts of light pollution and new structures (e.g. masts, windows) on flying birds
 - impacts on wildlife and vegetation at Cape Welchness arising from an increase in human activities following redevelopment of the station (i.e. increased scientific and logistics activities and personnel)
 - the presence and visibility of the station and facilities in the Antarctic landscape (e.g. impacts to wilderness and aesthetic values)

ii) suggests appropriate methods of mitigating (reducing or avoiding) those impacts

- Annexes 2 to 6 of the draft CEE contain well-presented high-level summaries of planned mitigation measures (M1-M30). However, the absence of more detailed

supporting descriptions in the main body of the CEE means it is challenging to make an independent assessment of the likely effectiveness of the planned mitigation measures. As highlighted in the EIA Guidelines, a primary purpose of a CEE is to provide a clear and comprehensive description of planned mitigation measures, with a table or matrix serving as a useful overview. Also, there are references to separate procedures or documents which are not summarised in the CEE.

- To more fully address the requirements of Article 3.2(g) of Annex I, the CEE could:
 - include a chapter / section addressing 'Environmental Management and Mitigation' (or similar) with a full description of the proposed mitigation measures, including measures M1-M30 referenced in Annexes 2 to 6
 - describe mitigation measures for environmental impacts not already identified
 - provide links to / summaries of supporting management plans (e.g. Base Contingency Plan, Wildlife Manual, Waste Management Plan, Small Boat Manual, Directive for Work Abroad of the Argentine Antarctic Program)
 - clarify that mitigation measures will be implemented for all impacts of low significance, as evident from Annexes 2 to 6, which reflects an appropriately precautionary approach.
- The plans to undertake a comprehensive environmental monitoring program are commendable. Some comments on elements of the monitoring program are presented in the table below. Additionally, it would be useful to describe the process by which monitoring results will inform management actions as necessary.
- Argentina could consider commissioning of the activities undertaken following completion of the CEE, consistent with [Resolution 2 \(1997\)](#).

3) *Whether the conclusions of the draft CEE are adequately supported by the information contained within the document*

- Given the scale and complexity of the project, and the significance of associated environmental impacts, Australia agrees with the conclusion that the proposed activity is likely to have more than a minor or transitory impact on the Antarctic environment. A CEE is the appropriate level of environmental impact assessment for the proposed activity.
- As noted above, the absence of detailed descriptions of predicted environmental impacts and planned mitigation measures makes it difficult to independently assess the environmental risk ratings presented in Annexes 2 to 6 of the draft CEE. As also noted above, some of the ratings seem lower than would be expected, particularly for significant unavoidable impacts, such as landscape disturbance and impacts to terrestrial flora and fauna associated with the runway construction.

4) *The clarity, format and presentation of the draft CEE*

- The draft CEE is well written, and clearly draws on the guidance presented in the EIA Guidelines. There are some opportunities to improve the presentation and clarity of the document as an impact assessment, including:
 - consolidate some content to reduce repetition
 - remove (or relocate to supporting appendices) technical / engineering information that is of limited relevance to the assessment of environmental impacts
 - ensure all figures are of adequate resolution, and that maps include a scale, orientation and legend.

Part 2: Specific comments on sections of the CEE

Section	Page(s)	Comment
1. Introduction		
1.2.1.1.2	22	<u>Hangar</u> . It would be helpful to clarify the types of wastes previously stored in the hangar, and potential for associated secondary contamination.
1.2.1.1.1 0	26-27	<p><u>Cisterns</u>. If not already undertaken, further investigation of potential hydrocarbon contamination around bulk fuel storage tanks (and remediation as necessary) is recommended, noting that lack of visual staining or odour detection does not preclude the presence of sub-surface contamination.</p> <p>Respuesta DA: Las cisternas ya fueron cortadas y retiradas. No se empleaban desde el año 1976. No se observaron manchas de combustible en el suelo.</p> <p>No obstante se realizarán estudios para la detección de posibles rastros de combustible bajo la superficie del suelo, y se realizarán trabajos de remediación ambiental de ser necesarios.</p> <p>Ver EMG <u>Resumen Ejecutivo inciso B) Etapa I Petrel, base permanente: Procedimiento empleado para el retiro de las antiguas cisternas</u> (página 6)</p>
1.2.1.3	30-31	<u>Fuel Management</u> . See comments above re: section 1.2.1.1.10. It could be helpful to review previous records to assess whether spills have occurred and, if so, where.

Section	Page(s)	Comment
1.2.2.2	34-36	<p><u>Historical Residues.</u> The sketch map and photographs provide limited detail. A detailed aerial survey (e.g. drone mapping) undertaken at maximum seasonal melt could help reveal the locations and extent of all historical rubbish scatters. Estimates of wastes volumes, as well as anticipated contaminants, would be desirable. Soil sampling, and testing for potential contaminants, including at depth, would be standard practice for assessing environmental risk from such residues. In particular, subsurface investigations would be recommended to assess the full extent of any contamination at fuel storage sites, historical waste deposit RH4 (30 m² of surface hydrocarbons) and the former main powerhouse site. Such contaminants can pose environmental and human health risks, and it would be helpful to describe what actions will be taken to ensure any contaminants are not unintentionally relocated during rebuilding works. Australia would welcome the opportunity to support Argentina in the assessment and planning for removal of legacy waste and remediation of contaminated sites.</p>
1.2.2.3	37-40	<p><u>Actions to Mitigate the Present Environmental Impacts.</u> This section refers to the emptying of an old sewage discharge lagoon. Further details could be provided, including the location, size and use of the lagoon, and any indication of need for further remediation work.</p>
<p>2. Petrel Base Project: General description of proposed activities, Scope of the project and new base and scientific research</p>		
2.1.3	49	<p><u>Table 3: Calculation of fuel savings:</u> The table / text could be updated to clarify the time-frame addressed (per year?), and whether estimated fuel savings are based on the modelled solar generation (nameplate capacity or modelled sunshine hours).</p> <p>Respuesta 9: Con referencia a los paneles solares y el cálculo de la estimación del ahorro de combustible que producirán, está calculado en base a las horas de luz modeladas.</p> <p>Se agrega el Anexo 9 - Parque solar fotovoltaico</p>
2.1.4.1	50	<p><u>Runways:</u> The CEE could make clear whether / the extent to which the proposed runway footprints overlap with the locations of earlier runway(s) at the site.</p>
2.1.4.3	54	<p><u>Hangars.</u> In the English version, this section refers to the housing of 'weapon systems', which is likely a translation error. This should be clarified / corrected.</p>

Section	Page(s)	Comment
2.2.7.7	80	<p><u>Sorting, packing, stockpiling for withdrawal from the Antarctic continent</u>: The CEE could describe whether any consideration has been given to soil-based contamination (e.g. asbestos hydrocarbons, PAHs, metals) associated with existing buildings, and how this material would be assessed and treated or repatriated.</p>
2.2.8.3	90	<p><u>Selection of landing and boarding areas</u>: The CEE could describe what actions will be taken to minimise ground disturbance / erosion at coastal landing areas (e.g. temporary use of stabilising panels laid on the ground), and how vehicle routes between each landing area and the station site will be identified to avoid unnecessary disturbance of ice-free areas (e.g. utilise existing routes or areas within the runway footprint).</p> <p>Respuesta DA: La aparición de irregularidades/erosión del suelo en las áreas de aterrizaje, serán motivo de estudios para la determinación de su minimización/reparación. Inicialmente el mantenimiento de las zonas de las pistas con estos defectos, será dado por la nivelación del suelo con el agregado de material morrénico de acuerdo a las previsiones tomadas en el proceso de construcción de las pistas y los trabajos de levante de la misma. Con respecto a las zonas costeras próximas a las cabeceras de las pistas se procederá inicialmente al relleno de la zona. Eventualmente y como resultado de estudios es posible que se apliquen gaviones en la zona costera para evitar que el mar afecte los terraplenes.</p> <p>Con respecto a los caminos se proyecta una red que cuenta con un camino principal (orientación N-S), que se encarga de conectar el sector portuario con el sector de servicios de la Base que se encuentra en la plataforma superior, que cuenta con una extensión de 500 m. Por otra parte, dentro de la plataforma superior se propone una red que interconecte todos los edificios de este sector entre sí, contando con una extensión de alrededor de 1.310 m de trazado vial.</p> <p>Por último, también se proyecta un camino de 630 m (E-O) que conecte la Terminal de Pasajeros con el camino principal mencionado en un principio, pero por la plataforma inferior, con un diseño que imita el contorno de la plataforma superior.</p> <p>Los caminos están proyectados sobre huellas preexistentes y por lo tanto con sustentación suficiente para el tránsito de los vehículos. Se proyecta, no obstante el rediseño de acuerdo a los siguientes parámetros:</p> <p>Parámetros de diseño:</p>

Section	Page(s)	Comment
		<ul style="list-style-type: none"> - Radio de curva mínimo: 14 m. - Pendientes longitudinales máximas 15%. - Pendientes transversales máximas 3%. - Velocidad de diseño: 30 km/h. - Carga máxima: 20 t. - Ancho de calzada: 4 m (sin banquina). <p>Los caminos serán de suelo consolidado, buscando que los movimientos de suelos sean localizados. Se excavará en los lugares necesarios y el suelo sobrante se utilizará para rellenar en lugares que requieran nivelación.</p> <p>En el recorrido del camino se preverá el cruce en distintos puntos de instalaciones, ya sea de red de agua potable, recolección cloacal, red de distribución de combustible o instalación eléctrica. Se planteará entonces una solución donde se cruzarán los caños por debajo de la calzada del camino, y se reforzará la capa rodante con un material que permita a los vehículos cruzar con precaución, sin generar un daño al camino ni a las instalaciones. Durante el invierno se mantendrá mediante el barrido de nieve para la circulación de vehículos a rueda.</p>
4. The new Petrel Base		
General		This section of the CEE could usefully present a table summarising the area under roof (m ²), area affected by earthworks (m ²) and volume of materials required (m ³) for station infrastructure (individual and total figures).
4.3.1.1	109	<u>General Description</u> : The maximum station population should be clarified, as different parts of the draft CEE refer to a total capacity of 120 or 140 persons. The CEE could also describe the ratio of science to support staff in the station population.
4.5.5	137	<u>Engineering and construction techniques</u> . Noting that concrete will be used for building foundations, the CEE could describe the volume and type of components required, where / how concrete will be batched, and measures to manage concrete dust.

Section	Page(s)	Comment
4.7.2	165	<p><u>Obstacle Plan</u>. The obstacle plan shows parts of the intended flight paths, but further details could be provided to indicate the presence of any wildlife communities that may be impacted by aircraft noise. It would be useful to have a map of the flight paths showing aircraft altitudes and separation distances from known wildlife concentrations, including at Cape Welchness and surrounding islands.</p>
4.7.5.4	187-188	<p><u>JP1 fuel tank and pump</u>: The CEE could provide more information regarding storage and handling of aviation fuel, to clarify: whether the storage tanks are single or double-walled; whether the spill containment tray can hold the full capacity of the tank; if the spill containment tray is not enclosed, how ice / snow will be cleared; whether valves are top mounted; what leak detection measures would be in place; and how fuel will be transferred from the resupply ship.</p> <p>Ver EMG 2 Proyecto Base Petrel - 2.1 Descripción General de las Actividades Propuestas - 2.1.4.5 Depósito y bomba para combustible JP1 (página 87) y el Plan de Contingencia ante Derrames de la Base Petrel</p>
4.7.6.1	192	<p><u>Geological and mechanical properties of the terrain</u>: Despite the absence of a longer time series of meteorological data, the temperature at the base could be modelled using longer running regional datasets or temperature models. This is important because recent warming trends in the Antarctic Peninsula (e.g. González-Herrero et. al., 2022) and anticipated future warming (e.g. Siegert et al., 2019) will likely affect glacier melt rates (and hence surface water drainage) and active layer depth during the operational life of the proposed redevelopment. This is particularly important when considering freeze-back of permafrost in the proposed runway design (the calculations for which are dependent upon number of negative degree days).</p>
4.7.6.1	217-218	<p><u>Potential Runway Layouts</u>: This section refers to runways of 1800 m and 2100 m in length, which is inconsistent with the statement in Section 2.1.4.1 that the main and auxiliary runways will be 1500 m and 1200 m, respectively.</p> <p>Respuesta DA: corregido.</p>
4.7.6.1	219-220	<p><u>Embankment of local materials</u>: To inform an assessment of the environmental impacts associated with the proposal to construct the runway embankment from local materials, it would be useful to:</p>

Section	Page(s)	Comment
		<ul style="list-style-type: none"> ● provide further information and maps of the locations from which the moraine material is to be quarried, including environmental features / values in the vicinity ● describe what extraction method will be used (e.g. machinery, explosives) ● outline any remediation plans for the quarry sites. <p>Also note that the total volume of material stated here (77,500 m³) seems inconsistent with page 237 (180,000 m³).</p>
4.7.6.2	229-239	<p><u>Methodology for the construction of the embankment and consolidation of the runways</u>: Figure 119 indicates that earthworks would be required at the ends of runways to raise the ground level. This appears to extend across the shore and into the intertidal areas in the north and onto the shore in the south. The CEE could describe how this would be undertaken and what supporting infrastructure (e.g. sheet piles, rock armour) would be required to protect the runway from the sea.</p> <p>Respuesta DA: Ver EMG 2.1.4.1.1 Fundamentos de la selección de las pistas, “Metodología para proteger los extremos de las pistas” (página 84)</p>
4.7.6.3	237	<p><u>Materials and Logistics Requirements</u>: The CEE should provide further information about the ‘special chemical products’ to be mixed into the quarried materials, including the environmental impacts of such chemicals.</p>
4.9.2.1	251-261	<p><u>Fuel Storage and Supply Systems Installation Description</u>: This section could provide additional information about the Antarctic Gas Oil fuel facility, including:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● volume of the vertical fuel (assume 450 m³), including to clarify that the proposed anti-spill containment tray (of 500 m³) is of sufficient volume ● how the geomembrane would be laid, welded (and tested) to avoid leak points

Section	Page(s))	Comment
		<ul style="list-style-type: none"> ● how snow and water accumulation in the anti-spill tray would be managed (including treatment of water to remove any hydrocarbon contaminants) ● what monitoring would be in place to assess subsidence and possible stress on the structure due to potential changes to subsurface geological and/or hydrological conditions ● how fuel will be transported within the station site (e.g. pipelines) ● how the bulk fuel storage tanks will be filled during resupply.
4.9.3	269-276	<p><u>Obtaining and consumption of water:</u> This section could provide clarification / additional information about the proposed water supply, including:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● the number of lagoons to be established (2 or 3?) ● how the required earthworks will be carried out, including volumes and locations for materials ● whether the waterproofing material will be laid out directly on the subgrade, or protected from punctures with geofabric (or similar) ● whether the planned main water storage (30,000 l) will be provide sufficient capacity for maximum summer station capacity of 140 persons (i.e. noting 140 x 100 l / day = 14,000 l) ● where brine from reverse osmosis will be discharged.
4.9.4	277-287	<p><u>Effluent treatment system:</u> As noted above, the CEE should provide further information about the proposed arrangements for waste water treatment, including:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● waste water treatment method / technology ● volume, rate and quality of effluent discharge ● effluent discharge location, and how the conditions at that location meet the requirements of Annex III for 'initial dilution and rapid dispersal' ● associated monitoring.
4.9.5.1	291-	<p><u>Waste management.</u> The final CEE should identify the planned arrangements for management of solid biodegradable waste (e.g.</p>

Section	Page(s)	Comment
		details of an incinerator and operations) consistent with the requirements of Annex III, and associated monitoring.
4.9.6	303	<u>Contingency Plan for Hydrocarbons</u> . Noting that large volumes of fuel will be stored, transported and handled during the construction and operation of the facilities, comprehensive fuel spill prevention and response arrangements will be important, and should be summarised or linked in the CEE.
6. Environmental Considerations		
		<p><u>General comments</u></p> <p>No information is provided in this section on which to base an assessment of impacts on the nearshore marine environment. Nearshore sites that may be impacted, as well as areas that could act as reference sites, should be surveyed prior to the commencement of the proposed activity to determine the abundance and diversity of macroalgae and benthic invertebrates. These data should ideally be collected along repeatable transects via remotely operated vehicles and/or scuba diving to enable ongoing monitoring of any impacts to seafloor ecosystems.</p> <p>This section could provide a discussion of the wilderness and aesthetic values of the locations in which the proposed activity would occur, as a baseline against which to assess changes (positive or negative).</p> <p>The page numbering is incorrect after page 338 (it restarts at 333).</p>
6.1	338	<p>The statement that ‘the island does not have assets of high biological importance’ may need to be revised in light of the results of surveys of wildlife use and distribution in conducted in 2014/15 and 2021/22 (Section 6.1.3.7). Among other things, the surveys identified:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 17 species of seabirds and seals using the area for resting, bathing and nesting, with a total of 6517 observations ● 8 skua nests with 12 chicks present, which suggests good breeding conditions and a reasonably high density of nesting birds given that there is no penguin colony in the area – it may also suggest that there is a food source for the skuas nearby, as they forage very locally only (e.g. cavity nesting seabirds). ● considerable numbers of moulting and juvenile penguins visiting and using the island – note that penguins are particularly vulnerable during moulting

Section	Page(s)	Comment
		<ul style="list-style-type: none"> ● groups of up to 40 southern giant petrels.
6.1.1	336	<p>Editorial comment: Note that an updated version of the Antarctic Conservation Biogeographic Regions is presented in Terauds, A. & Lee, J.R. (2016) Antarctic biogeography revisited: updating the Antarctic Conservation Biogeographic Regions, <i>Diversity and Distributions</i>, 1–5, DOI:10.4225/15/5729930925224.</p>
6.1.3.7	389-397	<p><u>Flora and fauna</u>: This section could be expanded to:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● quantify the distribution and composition of moss and lichen communities, particularly within the runway footprint, and what proportion of the local communities would be affected – if currently unknown, this could involve aerial mapping (e.g. by drone), on ground sampling and eDNA sampling ● describe microinvertebrate communities associated with moss and lichens ● indicate whether the channels and rills which seem to be very important habitats for the significant moss, microbial and lichen communities are found elsewhere on the Peninsula or are they rare ● describe the presence of cavity-nesting seabirds, which may be expected in the area given the reference in many local place names, and also the presence of breeding skuas – if currently unknown, this could involve dedicated surveys, collections of bolus to determine what the skuas breeding on the island are eating, and GPS tracking studies ● describe where and when penguins moult in the area (a recent publication by Wethington et al. 2023, https://doi.org/10.1038/s41598-023-29465-4, could be useful background) ● describe local marine benthic (seabed) communities to establish a baseline status against which future changes could be compared, particularly in the vicinity of boat landing areas, ship anchorage, waste water effluent discharge, as well as control (or reference) locations – if currently unknown, this could involve remotely operated vehicle (ROV) and grab sample surveys.
6.1.4.2	407	<p><u>Problems and threats of non-native species</u>: It is pleasing to see this identified and discussed. However, as noted above, the CEE should describe planned mitigation measures in greater detail, particularly</p>

Section	Page(s)	Comment
		given the anticipated increase in traffic and visitation associated with the re-development and use of the station.
7. Environmental Impact Assessment		
7.6	439	Noting the intention that Petrel Base will in future serve as the central hub for science and logistics, this section could describe the implications for the future of Marambio as part of an overall assessment of cumulative impacts.
8. Monitoring and follow up programme		
	442-453	<p>As noted above, the intention to establish a comprehensive environmental monitoring program is commendable. The following points could be considered when finalising monitoring plans:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● marine microbial communities and larval fish and crustaceans are unlikely to be reliable indicators of an impact in marine areas – it would be preferable to focus on benthic communities which have a fixed relationship to the source of disturbance or impact ● surveys of marine sediments would be useful to identify the presence of contaminants, such as metals and hydrocarbons, particularly at the waste water effluent and drainage discharge areas ● in addition to developing maps of the flora of the area, the condition of the moss and lichen communities should be assessed (e.g. are they healthy, moribund, degraded) ● fauna monitoring could be expanded to include wildlife phenology.

Comments from Canada

Part 1: General comments and conclusions on the four Terms of References

1) The extent to which the CEE conforms to the requirements of Article 3 of Annex I of the Environmental Protocol

Article 3 of Annex 1 stipulates that draft Comprehensive Environmental Evaluations shall be forwarded to Parties and available for comment for a period of 90 days, at least 120 days before the next ATCM. These timelines were not respected in this case with full translated documents received by CEP Parties on March 7th, with comments due by March 29th in order to allow for creation of a Working Paper and respecting the submission deadline. This has led to challenges developing a complete review of the CEE. It is recommended that Parties consider the time required for translation of documents into the four Treaty languages when submitting CEEs for review. As a result of the short timelines, we were not able to circulate the CEE for expert review and have not been able to fully assess whether or not the CEE considers all possible environmental impacts. We hope the comments we are able to provide are constructive and helpful in developing the final CEE.

According to Article 3 of Annex 1, A Comprehensive Environmental Evaluation shall include the following:	
(a) a description of the proposed activity including its purpose, location, duration and intensity, and possible alternatives to the activity, including the alternative of not proceeding, and the consequences of those alternatives;	<p>Overall, the description of the renovation and clean-up project is extremely detailed; however, there are uncertainties regarding 1- the current status of the project (how far along in Phase 1, planning, is the project at currently); 2- a significant element of the project, the Port / pier, is said to have been discarded in some parts of the document but in others the document reads as if it is still part of the plan.</p> <p>The purpose is understood, but less so why other existing infrastructure in Antarctica, belonging to Argentina or other countries, were not considered, other than the Marambio Base. A more fulsome examination of the alternatives to the reconstruction should be provided.</p> <p>Location clear.</p> <p>Duration is approximated; timeline of start of work is less clear.</p>

	Intensity is clear.
(b) a description of the initial environmental reference state with which predicted changes are to be compared and a prediction of the future environmental reference state in the absence of the proposed activity;	<p>The initial environmental state is adequately described, given the availability of local data. The predicted future state is less clear, but elements are presented (e.g. regional predicted impacts of climate change, etc.)</p> <p>The historical waste currently present at the base is implied to constitute part of the “initial environmental reference state”. However, the cleanup of this waste should be considered regardless of whether the proposed renovation of the base goes forward.</p>
(c) a description of the methods and data used to forecast the impacts of the proposed activity;	Quantitative method of predicting the significance of impacts is clear and logical.
(d) estimation of the nature, extent, duration, and intensity of the likely direct impacts of the proposed activity;	Captured in the annex tables (referred to as the “straight” impacts)
(e) consideration of possible indirect or second order impacts of the proposed activity;	Captured in the annex tables
(f) consideration of cumulative impacts of the proposed activity in the light of existing activities and other known planned activities;	<p>Section 7.6 (p. 439-440) makes good points but does not sufficiently consider cumulative impacts.</p> <p>Mitigation tables in annexes do not include cumulative impacts.</p>
(g) identification of measures, including monitoring programmes, that could be taken to minimise or mitigate impacts of the proposed activity and to detect unforeseen impacts and that could provide early warning of any adverse effects of the activity as well as to deal promptly and effectively with accidents;	<p>Monitoring is discussed, but details of monitoring programs are still to be developed. The proposed frequency of some monitoring was questionable (e.g. annually for air quality monitoring).</p> <p>Mitigation measures are identified in tabular format in Annexes 2-6. Many mitigation measures refer to separate</p>

	documents (for example, current and future manuals and plans), in lieu of specific mitigation measures. The table should directly state which specific measures will mitigate each impact. In many cases, the description provided of the measures is not sufficiently detailed to evaluate the effect of the mitigation on the impacts (e.g. “M11 (a) keep track of the water consumed and (b) establish a sustainable water consumption plan.”).
(h) identification of unavoidable impacts of the proposed activity;	Not identified specifically as unavoidable but can be inferred from the probability ranking given to each impact.
(i) consideration of the effects of the proposed activity on the conduct of scientific research and on other existing uses and values;	Yes, the argument was made that research will increase and improve after base renovations.
(j) an identification of gaps in knowledge and uncertainties encountered in compiling the information required under this paragraph;	Yes
(k) a non-technical summary of the information provided under this paragraph; and	Yes: although purpose of project (need/justification) is not fully developed in the summary.
(l) the name and address of the person or organization which prepared the Comprehensive Environmental Evaluation and the address to which comments thereon should be directed.	Yes

2) Whether the CEE: i) has identified all the environmental impacts of the proposed activity; and ii) suggests appropriate methods of mitigating (reducing or avoiding) those impacts

i) Many impacts were identified in Annexes 2-4. They were less well described in the body of the document, although some summary level impacts were presented. Habitat and ecosystem level impacts were not well identified.

Human health impacts were not identified. Although there is no permanent human population in the vicinity of the base, the effects on construction and other personnel should be considered.

Impact of the chlorine that will be used in the treatment of the wastewater is not identified (Chlorinated wastewater effluents are “toxic” as defined under the *Canadian Environmental Protection Act* and would therefore be considered in any Canadian EIAs).

ii) Often, mitigation measures are not described in enough detail to evaluate how the measures will decrease the significance of the impacts. Frequently, instead of identifying the mitigation methods, the document refers to a separate document (e.g. Waste management plan, Base contingency plan, etc.). These documents are not provided, and some do not exist yet. We assume that when complete, the final plans will sufficiently meet Treaty requirements. No mitigation measures were proposed for cumulative effects.

3) *Whether the conclusions of the draft CEE are adequately supported by the information contained within the document*

The conclusion “From this draft EMG it can be concluded that the proposed activities are likely to have an impact **greater than minimal or transient on the environment** due to the duration, scale and intensity of the activities and their associated impacts.” is supported.

The conclusion “The proposed mitigation and adaptation measures, as well as the monitoring plans for the condition and environmental performance, as well as all the requirements that have been taken into account for the design of the new facilities and the procedures for the dismantling of the old buildings are considered adequate and sufficient to manage the aspects and impacts that have been foreseen.” is less adequately supported. The mitigations measures identified in the Annexes should be analyzed and presented as supporting evidence to this conclusion.

4) *The clarity, format and presentation of the draft CEE*

Having the mitigation measures located in tables in annexes caused some confusion amongst the reviewers as the documents seems incomplete without reading the annexes. There should be a section dedicated to clearly identifying the mitigation measures and the effects they mitigate in the main body of the document.

Structure of document: having the description of the project divided in 2 sections (2: Petrel Base Project p.40 and 4: the New Petrel Base p. 105) causes much unnecessary repetition.

The status of the Port/pier element of the project is contradictory throughout the document, which leads to confusion as to whether or not the Port will be constructed. If the Port has in fact been discarded from the project, the document should be amended to accurately portray that.

There are multiple typo/translation issues which decrease the clarity of document.

Some Figures are not numbered correctly (e.g. p. 356 “Figure xxx shows the distribution of the ASPAs in the extreme north of the Antarctic Peninsula.”)

Some key tables not translated (e.g. p. 437 Table 46: Assessment of the impact of climate change on the activities of the Petrel Base renovation project.)

Colour coding errors in the Annex tables.

Part 2: Specific comments on sections of the CEE

Section	Page(s)	Comment
Non-Technical Summary/Executive Summary		
1. Introduction		
2. Petrel Base Project: General description of proposed activities, Scope of the project and new base and scientific research		
2.1.5	p.55	<p>Why is the Port Area still included in this CEE if was included in the original project but later discarded in the analysis of alternatives. The Port sections should at least be written to make clear that the Port is no longer part of the proposed project. As it reads now, it is confusing and an inaccurate portrayal of the current plan. This issue reoccurs throughout the document.</p> <p>Respuesta DA: corregido.</p>

Comments from Chile

Part 1: General comments and conclusions on the four Terms of References

- 1) The extent to which the CEE conforms to the requirements of Article 3 of Annex I of the Environmental Protocol (La medida en que el CEE se ajusta a los requisitos del artículo 3 del Anexo I del Protocolo medioambiental.)**

Chile considers the draft CEE mostly conforms to the requirement of Article 3 of Annex I of the Environmental Protocol. In Chile's view further details could be provided in a final CEE to more fully address specific matters, and some aspects might need some clarifications in the CEE.

The level of detail provided with respect to the frequency of use of the new runway, movement of passengers and cargo from ships and the quantity of people expected to be served per season at the station, are considered insufficient in order to estimate the intensity of the activities and could be improved.

According to the "Guidelines for EIA in Antarctica", the EIA should describe the factors and criteria considered when assessing alternatives, e.g. use of different locations or sites for the activity, alternative arrangements for use of a proposed location, including the layout of facilities, opportunities for international cooperation on facilities, research and logistics, alternatives that may avoid/minimize the cost and effort of decommissioning, as well as environmental impacts. It might be interesting to have more details regarding international cooperation analyses, distances from other logistics facilities, or other aspects that permit concluding that alternatives are inviable.

Analysis of expected impacts of the activity, included in the annexes, mitigation measures and environmental monitoring programs are considered to be of an adequate level.

2) *Whether the CEE: i) has identified all the environmental impacts of the proposed activity; and ii) suggests appropriate methods of mitigating (reducing or avoiding) those impacts*

Analysis of expected impacts of the activity, included in the annexes, mitigation measures and environmental monitoring programs are considered to be of an adequate level. However, the analysis was carried out for each activity separately, which might underestimate synergetics effects. Some mitigation measures and environmental monitoring programs could be detailed in the Draft CEE or better explained: Emergency response plan for fuel spills, wastewater effluent reference standards and monitoring.

In Chile's view, the CEE would be improved including more technical information, for example, estimations for noise and atmospheric emissions in construction and operational stages, quantification of solid, liquid and dangerous waste, potable water requirements per person and for the whole operation.

3) *Whether the conclusions of the draft CEE are adequately supported by the information contained within the document*

The information contained in the draft CEE supports Argentina's conclusions that, with the planned use of low impact technologies and other mitigation measures, the operational efficiency and logistics benefits arising from the redevelopment of Petrel Station activities will outweigh the likely environmental impacts.

4) *The clarity, format and presentation of the draft CEE*

The draft CEE is considered to contain repeated and scattered information, as well as

information that is too general, which detracts from its clarity and consistency. The draft is not sufficiently clear, orderly and concise, which makes it difficult to read and analyze.

Part 2: Specific comments on sections of the CEE

Section	Page(s)	Comment
Non-Technical Summary/Executive Summary		
1. Introduction		
2. Petrel Base Project: General description of proposed activities, Scope of the project and new base and scientific research		
General		Including in the figures the dimensions of the infrastructure or reference scale could help to dimension the effects of the project.

Comments from Ecuador

Part 1: General comments and conclusions on the four Terms of References

1) *The extent to which the CEE conforms to the requirements of Article 3 of Annex I of the Environmental Protocol*

According to Article 3 Global Environmental Assessment, such assessment shall include:

Article 3, paragraph 2, subparagraph 2	Comments
---	-----------------

<p>a) A description of the proposed activity, including its objective, location, duration and intensity, as well as possible alternatives to the activity, including that of not carrying it out, and the consequences of such alternatives.</p>	<p>The Petrel Antarctic Base renovation activity will be carried out in stages: Preliminary stage - Studies Stage I Petrel, permanent base Stage II Habitability and services Stage III Provision of services to its own personnel. Stage IV Provision of services to third parties. Each stage has its own objectives and the activities to be developed for their development are described. The location and duration is indicated starting in the summer of 2023/2024 with Stage II of Habitability and Services until the end of the summer of 2028/2029, Annex 1 is a chronogram of the stages described with their respective duration dates. The intensity (which refers to irreversible changes) of each activity has been calculated in the different evaluation matrices for the activities with an assessment criterion of 1 to 4. Three possible alternatives are addressed: Proposal 1 - Maximum use of existing facilities. Proposal 2 - intermediate development proposal including that of non-realization and the consequences. Proposal 3 - Maximum development of the base The not to proceed is also included and the consequences of both not proceeding and the other 3 proposals are analyzed. Correctly conforms to the stipulations of this paragraph.</p>
<p>b) a description of the initial baseline state of the environment, against which the expected changes will be compared, and a forecast of the future baseline state of the environment in the absence of the proposed activity;</p>	<p>Chapter 6 environmental considerations describes in detail the environmental components related to human activities that are important and may generate impacts in the area. It is indicated... <i>that the Petrel station is located in one of the areas with the greatest impact from human activities and therefore the reconstruction project will have no effect on pristine or low impact ecosystems...</i> however, I believe that the forecast of the future baseline state in the absence of the activity should be</p>

	established in detail.
c) a description of the methods and data used to predict the impacts of the proposed activity;	Chapter 7 Environmental Impact Assessment describes methods, data and criteria used.
d) an estimate of the nature, magnitude, duration and intensity of the likely direct impacts of the proposed activity;	The environmental impact assessment matrices address the impacts considering these criteria and indicate the type of impact: direct/indirect.
e) a consideration of the likely indirect or second order impacts of the proposed activity;	
f) consideration of the cumulative impacts of the proposed activity, taking into account existing activities and other activities known to be planned;	Section 7.6 addresses the cumulative impacts, highlighting the impacts on the atmosphere, the terrestrial environment and the marine environment, the most significant being the interaction of the presence of the runways.
g) identification of measures, including monitoring programs, that can be adopted to minimize or mitigate the impacts of the proposed activity and detect unforeseen impacts and that could both prevent any negative impacts of the activity sufficiently in advance and facilitate the prompt and effective resolution of accidents;	Measures were identified in each of the evaluation matrices according to the activity to be carried out, and the variables to be measured considering the identified impacts are also established in chapter 8 MONITORING AND FOLLOW-UP PROGRAM.
h) identification of the unavoidable impacts of the proposed activity;	In section 11. Conclusions, the following potential impacts are mentioned as unavoidable: - Emission of Greenhouse Gases; Modifications in the physical landscape, in watercourses and meltwater pathways and alteration of permafrost; - Alteration of the moraine by removal and movement of aggregates; - Noise pollution from noise generation; Soil and watercourse contamination from spillage of hazardous substances; - Alteration of the substrate by introduction of anthropic elements; - Alteration of the distribution of fauna and flora due to increased human activities; Introduction of non-native species due to increased human activities;

	- Modification of the landscape due to an increase in the sacrifice area. These impacts are identified in the different evaluation matrices and have proposed measures.
i) consideration of the effects of the proposed activity on the development of scientific research and on other existing uses and values;	Special emphasis is placed on the effects of the proposed activity on the development of scientific research.
j) identification of knowledge gaps and uncertainties encountered during the collection of information required under this paragraph;	The items that presented gaps in knowledge are identified and it is indicated that as the project progresses, information can be obtained.
k) a non-technical summary of the information provided pursuant to this paragraph; and	The document includes an executive summary
l) name and address of the person or organization that prepared the Global Environmental Assessment and the address to which subsequent comments should be directed.	This information can be found on the cover page of the document

2) Whether the CEE: i) has identified all the environmental impacts of the proposed activity; and ii) suggests appropriate methods of mitigating (reducing or avoiding) those impacts

It is a challenge to identify all the environmental impacts of an activity, especially one so complex considering the Antarctic ecosystem, however, the most relevant and unavoidable impacts have been identified.

The proposed measures are adequate and in accordance with the Antarctic Treaty protocol, in some cases they refer to compliance with internal management plans as in the case of waste management, in this case it should be assumed that these internal plans meet sufficient requirements to achieve through their implementation to be an effective measure for the mitigation/reduction or avoidance of the detected environmental impact where possible.

3) Whether the conclusions of the draft CEE are adequately supported by the information contained within the document

The conclusions are adequately supported by the information contained in the document; however, being such an extensive study, it would be interesting and enriching to extend

the conclusions and include more information that would be very useful for a more exhaustive understanding.

4) *The clarity, format and presentation of the draft CEE*

The format is easy to understand and is well illustrated with tables and images. As a recommendation, an index of images and an index of tables could be included in the table of contents.

Image 8 corresponding to general view of Shed II should be updated to image 9 since image 8 corresponds to Shed I, from then on, all image numbers should be updated.

Part 2: Specific comments on sections of the CEE

Add as many rows as needed

There are no specific comments on the sections of the document.

Comments from *France*

Part 1: General comments and conclusions on the four Terms of References

1) *The extent to which the CEE conforms to the requirements of Article 3 of Annex I of the Environmental Protocol*

France thanks Argentina for the opportunity to comment on the Draft Comprehensive Environmental Evaluation (CEE) for the “Petrel Antarctic Base Renovation”.

The draft CEE largely conforms the requirements of Article 3 of Annex I of the Environmental Protocol dealing with comprehensive environmental evaluations, especially for the choices of construction techniques and for the energy supply

Further details on the following elements would have been appreciated:

- The description of the alternatives for site choice and the alternative of not building the Petrel Station which could include the option to restore the local ecosystems and evacuate historical debris
- The opportunities for international cooperation to reinforce the usefulness of the new Petrel Station
- The consideration on the entire life cycle of the project (including decommissioning)
- Knowledge about the marine and terrestrial biodiversity (plants, mammals, birds and nesting sites, aquatic and intertidal biodiversity ...) to better evaluate the impacts implied by the development of the project and the choice made among the different alternatives (e.g. regarding effluent’s treatment or flight routes). At present, the environmental description of the existing biodiversity is rather scarce.

2) *Whether the CEE: i) has identified all the environmental impacts of the proposed activity; and ii) suggests appropriate methods of mitigating (reducing or avoiding) those impacts*

The CEE has identified the main impacts related to the proposed activity and suggested appropriate methods of mitigation, especially considering the impacts caused to the soil’s structure. The identification is described in the annexed tables but could be more developed and analysed in the body of the CEE. A more detailed evaluation of the identified impacts would also help clarify and specify the proposed mitigation methods.

A better integration of the impacts caused to fauna and flora would be needed, but we understand that few data are currently available. The planned detailed studies of the area are welcome, but adaptation margins of the project are not clear.

We welcome the ambition of Argentina to re-use the actual logistical means and infrastructure affected to its Antarctic activities in a more efficient way in order to develop the research intensity. Collaborations might be considered in the design of the station with other Antarctic programs in the peninsula that are facing similar challenges, regarding energetic supply for example.

A brief description of the evolution of Marambio base could have also been included considering many of its activities will be moved to Petrel to have an overview of the global project.

3) Whether the conclusions of the draft CEE are adequately supported by the information contained within the document

The conclusions are in adequacy with the information provided in the document, which were supported by a large number of studies, surveys and analysis presented in the appendixes. The project will likely have an impact more than minor and transitory of the Antarctic environment that should be outweighed by the gain in performance for the Argentinian Antarctic research activities, considering the global scale of the Antarctic Peninsula. As noted above, environmental impacts have been mostly identified but need further analysis to be properly quantified and mitigated.

4) The clarity, format and presentation of the draft CEE

The document is clear and comprehensive. It could have been useful for some important information to be stated sooner in the report (for instance the observed biodiversity in the area). It is valuable to have information on predicted impacts and mitigation measures along the different phases of the project and its components. A synthesis of the type of impacts for the global project would also be of great use, as each component is not independent.

The quality of the figures could also be improved at times to better understand the rationale behind the activity undertaken.

Finally, including more of the very detailed information in the appendixes could render the main document synthetic and easier to read. Some reorganisations of the content might also help for a better understanding of the CEE such as including more of the very detailed information in the appendixes could render the main document more synthetic and easier to read.

Part 2: Specific comments on sections of the CEE



Section	Page(s)	Comment
Non-Technical Summary/Executive Summary		
	3	Fauna and flora are not mentioned in the environmental conditions although some are specifically mentioned in the Annexes and Part 6 of the CEE. A reference could be useful here.
	5	The Executive Summary concludes that redevelopment of Petrel basis will on a global scale benefit the Antarctic Peninsula ecosystems. Clearer calculations of actual and predicted activities (gas and fluids emissions, people movements, usable research hours, etc) would be needed to consolidate this conclusion.
1. Introduction		

Section	Page(s)	Comment
1.1.2	9	5 th paragraph: the British base Fossil Bluff is mentioned. For a better understanding, a map of the surrounding basis would be useful (or a mention the ones in the Annexes).
1.2	26&30	The cisterns are presented as being of a capacity of 20KL (page 26) and 30KL (page 30 and later). There might be an error in one of the two instances. Respuesta DA: Las viejas cisternas tenían 30 m3 cada una de ellas.
2. Petrel Base Project: General description of proposed activities, Scope of the project and new base and scientific research		
2	42	What is scheduled for Marambio station in parallel to the rehabilitation and development of Petrel?
2.1.3	47 and 48	Was placing a part of the solar panels on the buildings' rooves to reduce ground use studied as a potential solution? Is the limit to greater solar energy production purely financial? Respuesta DA: El proyecto de paneles solares tiene su inicio durante la fase previa del proyecto. Inicialmente se consideró la posibilidad de instalar los paneles sobre los techos de las estructuras edilicias que permanecerían a lo largo del proyecto. De esta forma se pensó en la cara norte del Hangar. Dicha posibilidad significaría la instalación luego de la recuperación del techo del mismo. Sin embargo, la primera dotación invernante, pudo verificar que la sobre cara norte del Hangar se acumula una cola de nieve que la cubre, producto de los vientos del sector Sur. Por tal motivo se avanzó en la concreción del parque fotovoltaico sobre la superficie. La estructura de las camas de los paneles permite que no se acumule nivel por debajo, optimizando el empleo de los paneles. Además, el parque fotovoltaico puede ser instalado independientemente de los tiempos constructivos de los nuevos edificios, permitiendo contar con energías limpias al inicio del desarrollo del proyecto. Posteriormente se analizó la construcción de los edificios con paneles integrados a los módulos de los techos. Sin embargo, se elevaba significativamente los costos asociados. No obstante, se sigue analizando las posibilidades de su colocación sobre los edificios a construir.
2.1.4.3	54	A quick summary of the aerial infrastructure at Marambio and of their efficiency could be useful here for comparison with what is scheduled for Petrel.
2.2.8.1	87	What scale is used to grade the different activities?
2.2.8.3	90	The grading scale is well defined but marks of 3 are given while the scale goes from 0 to 2.
3. Approach to environmental impact assessment		

Section	Page(s)	Comment
4. The new Petrel Base		
4.3.7.2	128	<p>Isolation with adhesive foam. Is the potential impact of the foam taken into account (does its degradation over time potentially generate micro plastics or organic contaminants pollution)? Are there alternatives?</p> <p>Respuesta DA: No se usará espuma adhesiva de poliuretano como aislante. La panelería a emplear será PIR (Poliisocianurato) con chapa de ambos lados. La espuma poliisocianurato o más conocida como PIR, poliiso o ISO es muy parecida a la espuma de poliuretano, es un polímero termoestable, que se usa principalmente como espuma y como aislamiento térmico rígido. Se genera haciendo reaccionar diisocianato de metilendifenilo (MDI) con compuestos de polioliol, teniendo en el resultado final una mayor concentración de MDI.</p> <p>Este tipo de espuma es usada normalmente en construcciones de todo tipo debido a su gran propiedad aislante y baja degradación. Es considerado uno de los materiales aislantes más nuevos siendo uno de los principales materiales de aislamiento elegido en construcciones. Cuando el PIR se usa como tablero de espuma, es un material compuesto por pequeñas celdas cerradas que contienen gas hidroc fluorocarbonado (HCFC), no propaga la llama y es un gran aislante. Sus propiedades son:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Gran rigidez y poco peso. ● Nula absorción de agua debido a su estructura de celda cerrada de polímero. <p>Haciendo que su propiedad aislante no disminuya.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Facilidad de manejabilidad y trabajo. ● No propaga la llama. ● Nivel de humo que genera en caso de incendio es muy bajo o casi nulo. ● Hace que los paneles sándwich de los que forma parte sean ligeros y fáciles de manipular. ● Gran resistencia mecánica. ● Estructura celular cerrada que permite la conservación del recinto en óptimas condiciones. ● Bajo nivel de degradación (+/- 50 años). <p>Una de las características más destacada del aislamiento de poliisocianurato o aislamiento PIR es el gran aislamiento térmico que tiene y la facilidad de dar continuidad evitando puentes térmicos. Este aislamiento da una mayor resistencia a los cambios en la temperatura y la humedad, lo que hace que el ahorro energético sea mayor, ya que la temperatura, dentro del hogar o el establecimiento donde se use este tipo de material, se mantendrá estable. El aislamiento PIR es muy ligero minimizando la carga estructural. El poliisocianurato tiene una gran cantidad de aplicaciones y una de las razones es por las grandes propiedades de este material:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Fachadas ventiladas ● Conductos de aire acondicionado y ventilación. ● Extracciones de aire. ● Instalaciones térmicas industriales

Section	Page(s)	Comment
		<ul style="list-style-type: none"> ● Aislamiento térmico para la construcción de camiones frigoríficos. ● Intervalo de temperatura de trabajo: temperaturas por debajo 0°C hasta 80°C. ● Aislamiento térmico de suelos de cámaras frigoríficas y de túneles de congelación. ● Soporte para tuberías y bombas, mecanizado en forma de medias coquillas. ● Aislamiento térmico en paneles sándwich con chapa metálica, poliéster, madera, fibrocemento, etc. ● Naves industriales, aeropuertos, edificios de administración, casetas y casas prefabricadas, hoteles, vestíbulos de exhibición y recintos feriales, laboratorios, salas blancas y quirófanos, salas de pintura, centrales eléctricas, plantas de reciclaje y plantas incineradoras de desechos, polideportivos, grandes superficies comerciales, cubiertas y fachadas de viviendas, salas de conservación, salas de proceso, etc. <p>Paneles PIR: En el caso de base Petrel se emplearán paneles PIR de 200 mm de espesor que aseguran el aislamiento del interior de las construcciones.</p>
4.5.5	137	<p>Concrete is scheduled to be used. Mitigation measures considering its production and decommissioning could be specified.</p> <p>Respuesta DA: Las estructuras de hormigón que se han retirado, son clasificados como material inerte. Este material en parte será re-empleado en otras obras con hormigón. El resto será replegado al continente americano.</p> <p>Las medidas de mitigación para la remoción del hormigón son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Evaluar la posibilidad del retiro completo (sin demoler) de la estructura y su transporte a un lugar cerrado para su reducción. ● En caso de ser imposible evaluar la posibilidad de reducirlo por partes para aplicar el procedimiento anterior. ● Si es imposible efectuar la demolición de las estructuras, hasta reducir las en partes manejables. Los restos pequeños deben ser recolectados en su totalidad y depositados en envases para su posterior reutilización o repliegue al continente. ● Todo trozo de hormigón que se encuentre con muestras de pintura, metal u óxido debe ser preparado para su repliegue al continente americano. ● El trabajo al aire libre se realizará en días sin viento y colocando una cubierta de nylon sobre el suelo donde caerán los trozos de hormigón, para evitar así que quede material en la zona.

Section	Page(s)	Comment
		<ul style="list-style-type: none"> • La demolición de estructuras se hará en forma manual y controlada.
4.7.4	180	Some suggestions to improve the trajectories maps: level lines are visible but the scale is not given. It could also be good to add the observed biodiversity sites in the area (or refer to the maps in the annex).
4.7.6.3	237	Which “special chemical products” will be introduced? Are there alternatives in the products to choose for the construction work in order to mitigate the impacts?
4.9.1	240	Photovoltaic panels are said to be reliable and non-polluting. What lifespan has been observed during the Marambio trials? Have all the breaking/leaking possibilities been taken into account (with panels exposed to specific austral conditions)?
4.9.1	240	The wind turbine option is rejected here. There are however other CEP members considering vertical oscillating turbines for the renovation of Antarctic station which might imply a reduced consuming of rare earth elements. Has this option been considered for the Petrel station?
4.9.4.3	287	The requirements of Annex II regarding effluents disposal could be cited and an operational explanation in context of Petrel area could be useful.
4.9.5.1	294	Will the research waste be treated specifically or together with the other waste of the station? Some specific effluents / reactants might benefit of a separated conditioning but it implies logistical facilities. Will incinerators be used?
5. Evaluation of alternatives		
5.1	319	Last paragraph: a further development (or a reference to detailed analysis put in annexes) could be useful to demonstrate the negative impacts of the rehabilitation of the existing facilities.
5.5.6	337	<p>What measures will be taken in order to limit the impacts of the port activity without a pier? Will specific mooring sites be defined or a launching ramp be built?</p> <p>Respuesta DA: Con respecto a los impactos en las costas, debe considerarse que el lecho marino sobre la costa norte (sector N1 y N2) es de grava muy fina similar a la arena. En la costa sur sobre el estrecho antártico, la grava es más gruesa. Como ayuda para efectuar la descarga de materiales en la costa, la base cuenta con un muelle de circunstancia desarmable, de duraluminio. El muelle se instala en oportunidad previa a la descarga de materiales. El muelle es empleado con el Pontón o barcaza para la descarga de cargas muy voluminosas. A la costa desde los buques, se accederá con embarcaciones menores (botes) y lanchones de desembarco y el pontón con que</p>

Section	Page(s)	Comment
		<p data-bbox="500 289 1468 516">cuenta el Programa Antártico Argentino. Los botes y los lanchones de desembarco vararan sobre la costa en un sector ya designado. Los botes, que cuentan con quilla de goma y los lanchones que tienen fondo plano solo se apoyarán en la costa para efectuar la descarga de los materiales, por lo que el impacto sobre la costa será mínimo. El pontón tiene fondo plano. Este podrá ser usado con el muelle desarmable, cuando las cargas son muy pesadas o hay hielo en la costa o apoyado sobre la costa cuando las cargas sean menores.</p> <div data-bbox="505 537 1219 1780">  <p data-bbox="505 751 711 779">Lanchón de desembarco</p>  <p data-bbox="505 1024 797 1052">Muelle de circunstancia desarmable</p>  <p data-bbox="505 1360 721 1388">Pontón tomando el muelle</p>  <p data-bbox="505 1749 643 1776">Empleo de botes</p> <p data-bbox="867 1749 1146 1776">Pontón desembarcando en la costa</p> </div>

Section	Page(s)	Comment
6. Environmental Considerations		
6.1.2		It would ease the readers understanding if the location of Petrel's project was added to all the maps.
6.1.3.7	394	Many species have been observed but their breeding sites are not always presented on the maps only done for skuas and gulls)? Do the flightpaths of planes and helicopters, as well as effluent disposal are expected to have an impact on them? Are breeding fall-back areas available nearby for the species whose breeding sites might be located in the project's work perimeter?
6.1.3.7	396	Same question for the mammals.
7. Environmental Impact Assessment		
		In order to conduct an overall assessment of the cumulative impacts on the peninsula, a description of the plans for the evolution of Marambio could be included here.
8. Monitoring and follow up programme		
		The programme is well detailed. An additional component on the sustainability of potential newly introduced technologies could be interesting in order to share knowledge and experience with the other countries that will enter in renovation / reconstruction works in the coming decades.
9. Knowledge gaps		
9.4	454	Considerations on the entire life cycle of the project, including decommissioning, would be appreciated here.
10. Conclusions		
11. Authors and Advisors		

Section	Page(s)	Comment
12. References		
13. Appendices		
A2-6		One missing perspective is maybe the long-term impact of introduced artificial materials (mainly plastic ones).

Comments from New Zealand

Part 1: General comments and conclusions on the four Terms of References

1) *The extent to which the CEE conforms to the requirements of Article 3 of Annex I of the Environmental Protocol*

Generally, the CEE conforms with the requirements of Article 3 of Annex I however we consider that there are areas that could be further developed as follows:

1. This CEE includes a description of the proposed activity including its purpose, location, duration and intensity. The alternative of not proceeding has been included and discounted due to the consequences this would have on Argentina's Antarctic Policy and commitments. However, the alternatives could also include environmental remediation without development and a smaller scale development. We would like to understand why the current design has been selected compared to other designs on the basis of project and environmental requirements.
2. The CEE includes a description of the initial environmental reference state (section 1.2), which is that of an area that is already impacted, with significant evidence of previous activities. However, there are no predicted changes of the future environmental reference state including if the work does not proceed. It is understood that Argentina are undergoing station improvements and these may include improving the current state of the base regardless if a major modernisation programme is initiated.
3. The impacts of the proposed activity could be better communicated with more data on specific ecosystems impacted (habitat and species) and a clear methodology on the data collection so that this could be repeated during the construction and development phase. The use of current ecosystem information could form environmental requirements that the design of the base is influenced by in order to minimise impact (e.g. location of nests or areas of high biodiversity). In section 6.1.2.9 page 361, it is noted that Petrel Base is in an area that is significant for marine mammals and birds but these are not specified.
4. An estimation of the nature, extent, duration, and intensity of the likely direct impacts of the proposed activity. Regarding 6.1.3. Analysis of the local environment, has any monitoring been conducted prior to works beginning? Data exists for a short period in the 70s but Argentina has conducted some renovations in recent times, were any instruments installed to take measurements remotely?
5. Annex 2 includes indirect or second order impacts of the proposed activity. However, those that are listed as indirect that could be direct. These include, "run-off resulting from spills and historical contamination" and "Transport of non-native species" which are listed as indirect. There is no description of indirect or direct impacts in the main body of the CEE text. A complete assessment could be better made with descriptions of categorised direct and indirect impacts.
6. Consideration of cumulative impacts has been considered in Section 7 however these are not considered the light of existing activities and other known planned activities. Interestingly, noise and vibration are considered a cumulative impact however as a direct impact noise and vibration does not accumulate.

7. The CEE includes a monitoring and follow-up programme, section 8. This details the requirements of the monitoring programme but does not include specific details that would provide assurance that sensitive areas are being carefully monitored. We believe the programme could focus on specific impacts (linked to the assessment captured in Annex 2 and provide a methodology for monitoring including data collection, duration and analysis.
8. The monitoring programme refers to environmental indicators however these indicators are not named. Nor is there any mention of detecting unforeseen impacts until the final section of the CEE, conclusion.
9. Information could be provided on unavoidable impacts.

2) *Whether the CEE: i) has identified all the environmental impacts of the proposed activity; and ii) suggests appropriate methods of mitigating (reducing or avoiding) those impacts*

We found the CEE provides inconsistent messaging about what activities are in scope of this CEE.

For example, Page 1, Executive Summary summarizes the activities to be carried out include: Renovation and use of Base facilities; Construction and use of a new runway; Construction of the photovoltaic power plant, Improvement and use of water supply lagoons

Page 59 - Section 2.2 outlines the Scope of the CEE to include: Remodeling of the base facilities, construction and use of the new runway, construction and use of the new port area, construction of the photovoltaic power plant, water supply lagoons, area of the activities

Page 105 identifies the facilities and activities to include: Facilities Area; Scientific Area; Airport Area; Port Area; Photovoltaic Field Area; and Lagoons Area.

Page 239 provides information on the development of docklands or a new port area but also notes, "This is the initial proposal for the port area. In the evaluation of alternatives, the construction of the quay was ruled out".

The provided Annex's are very useful and comprehensive but we think the flow of information from description of the activity, the predicted likely environmental aspects and impacts, assessing the significance and identifying the mitigation measures could be better described to understand the environmental impact assessment more fully.

3) *Whether the conclusions of the draft CEE are adequately supported by the information contained within the document*

Yes, we think the impacts of this proposed activity are likely to have more than a minor or transitory impact on the environment.

Given the scale and complexity of this multi-year project combining a station 'refurbishment' and 'redevelopment' as well as the development of runways and possible future port opportunities, we think the preparation of a CEE is the appropriate level of EIA to undertake. Additional information could be included to support a more thorough

assessment of the impacts and identification of the mitigation measures to support the conclusion.

4) *The clarity, format and presentation of the draft CEE*

The draft CEE is very detailed and informative with several tables, maps and figures showing the progress of the planning and construction of the project.

Throughout figures, maps, tables and references need to be updated, as does the table numbers in the contents table. The caption for 'Figure 8' is duplicated across two consecutive figures, which means that referenced figures between the text of the CEE and the figures themselves are incorrect for much of the document.

Like others, we consider that the length of the document could be reduced by consolidating information and removing technical information to an Annex so the information presented is focussed on the environmental impact assessment.

Part 2: Specific comments on sections of the CEE

Section	Page(s)	Comment
Non-Technical Summary/Executive Summary		
1. Introduction		
1.1	6-8	The image quality of Figure 1 -3 could be improved, including adding basic cartography elements (e.g. scale, contours, north arrow, etc.).
1.1.2.	8	The station history could be described more clearly.
1.1.2	11	<i>“Achieving this would require the development of a deep-water port and an aerodrome suitable for year-round operation of medium and small aircraft, together with the services associated with these two modes of transport.”</i> The scope of this CEE does not mention a deep-water port. Are there plans in the future to expand?
1.1.3 – 1.2	11-29	An overview map which shows where each of the buildings and facilities are in relation to one another as they are described would be useful for the reader to navigate around the existing Petrel Base as each building and its condition is being described.
1.1.4.1 1	18	The description of the runways suggests they are no longer functional. The rest of Chapter 1 does not describe any investigation of their future suitability as a

Section	Page(s)	Comment
		runway yet refurbishing Petrel Base is to support an airlink and sea logistics. Including further information about the runways could be considered.
1.2.1.1.11	30	“The condition of the buildings and the environment at Petrel base is deficient (caused by ground movements – due to its location on a moraine – and has a large accumulation of historical residues) and requires extensive conditioning and modernisation tasks to allow use throughout the year.” Can the term ‘historical residues’ be explained (though note this is probably a translation issue)? Does this mean human contamination?
1.2.1.2	30	New Zealand has noted the installation of three new fuel generators in the 2021/2022 field season, could Argentina comment on how these generators perform in comparison to those it replaced?
1.2.1.5	33	Further information on the lagoons used as a water source or where water is sourced from and where waste water is released could be provided.

2. Petrel Base Project: General description of proposed activities, Scope of the project and new base and scientific research

2.1.1.1	44, 45	Rather than having separate buildings which duplicate existing systems (for example, D - Emergency House, F - Emergency Power Plant), has Argentina considered designing emergency systems into the primary housing and power systems? This would reduce the materials and footprint required for the new base.
2.1.3	47	New Zealand commends Argentina on their inclusion of renewable energy systems in their design of the new Petrel Base.
2.1.3	48, 49	Has Argentina considered the effect of deposited salinity and dust from the local environment on photovoltaic panel performance, and Petrel Base’s expected renewable power penetration percentage achievement?
2.1.3	48	This section mentions 200 panels to be installed in Stage 1 and a further 356 to be installed in Stage 2. The section then mentions that this results in 576 panels. New Zealand believes this may be a typo, and that it instead this should sum to 556 panels?
2.1.4.3	54	“This project to locate new premises inside the existing Hangar at Petrel Antarctic Base, which is expected to house the MI-171e and Bell 412 weapons systems.” This may be a translation issues, but can the ‘weapon system’ be clarified?

2.1.4.4	55	JP1 fuel tank and pump – the overall quantities do not seem extensive enough to support aircraft activities at this location. Overall storage quantities are for one C-130 aircraft which seems hardly enough. Information on spill containment is not detailed enough and more information could be provided. How will fuel be transferred to this site?
2.1.5	55-56	Noting the consideration of a port area is still under consideration, this section does not have enough information to provide a proper assessment.
2.2.8.1	87	The values in Table 5 are not clear.
3. Approach to environmental impact assessment		
3	96-104	Suggest this section could be considerably condensed and added to an Appendix.
4. The new Petrel Base		
4.3.3	118-122	The emergency house notes that the building is intended to only be used in an emergency. The facility itself seems to be a stand-alone station which could be reduced significantly for an emergency building only. Further information regards its requirement, perhaps during winter months as an emergency shelter could be included.
4.3.4, 4.3.5	122, 123, 124	New Zealand notes that this section mentions three 250kVA for the Main Power House and one 250kVA unit for the Emergency Power Plant. Additionally, drawings in Figure 54 and 55 show 250kVA units. However, in Section 2.1.3, new 350kVA generator units are discussed. Could Argentina clarify what size the new fuel generators will be? How does this affect the fuel savings summarised in Table 3?
4.3.4.1	122	This section mentions, ‘plant for melting ice and snow using the heat produced by the electric generators’. The source of ice and snow is not mentioned here or in earlier sections, rather referring to the water source as local lagoons. Further information on ice and snow harvesting and from where would be beneficial.
4.5.6 4.5.6.1	139 140	This section refers to the use of a ‘chemical anchor base’. Can information be provided on what a ‘chemical anchor base’ is? The product is listed as HILTI HIT 200 R or FISHER FIB SB but what the impacts of this product are on the environment are not described.
4.7	151	This section notes the impacts of climate change on the Marambio Base runway. Consideration of how climate change may/may not impact on the

		proposed foundation structures (i.e. piles into permafrost) would be a useful addition.
4.7.1.	152	This section refers to the inclusion of a passenger terminal capable of housing up to 80 people in transit. This sounds like a large facility. Are there expectations that people will be waiting for significant periods of time to transfer from flights? How does the Petrel Station runway differ in size and capability to Marambio Base runway? How far apart are these two facilities/locations?
4.7.2	168	Is night time lighting for emergencies or is the airfield expected to run 365 days of the year?
4.7.5.2	184	'The project involves locating new premises inside the existing hangar at the Petrel Antarctic Base, where the MI-171e and Bell 412 weapons systems hangar is planned.' This may be due to the translation but what does it mean by weapons system?
4.7.5.4	187-190	Can it be clarified how fuel will be delivered to the JP1 reservoir and pump for storage? Assume it is being shipped. Are there emergency plans if there is a failure and the tanks leak including outside of the bunding? Given the capability proposed by the runway and hangars for C130, Bell 412 and MI-17 helicopters, including twin otters, this total fuel quantity being held on site seems low.
4.9.6	303	Development of a contingency plan suitable for likely maximum quantities of fuel on station will be an essential addition to a final CEE.
5. Evaluation of alternatives		
		We refer to other Members comments.
6. Environmental Considerations		
6.1	338	We are not clear on what evidence supports the statement, "As the island does not have assets of high biological importance".
6.1		Does the entire summary of the geological and climatic history of the peninsula add value? CEEs are already long documents and these sections could be removed and references to papers on summaries added for further information.
6.1.2.5		We wonder how much value this literature review adds to the CEE unless findings are tied to findings at Petrel Base and therefore develops understanding of how the bases local environment may change or have changed over time.

7. Environmental Impact Assessment		
General		There are no references to the Annex's in the English version.
7.1.1	425	Reference 20 to IP035 link does not work and in fact goes to IP034.
7.6	440	"The change in status of the Petrel Base will represent a small fraction of the total impact that this region of Antarctica regularly receives". This statement could be backed up with definition of impacts included and their assessment over a specified timescale.
7.6		This chapter does not consider the cumulative effects of the deep water port or the ongoing operation of the base to its end-of-life.
8. Monitoring and follow up programme		
		We refer to other Members comments.
9. Knowledge gaps		
		We refer to other Members comments.
10. Conclusions		
		No comments
11. Authors and Advisors		
		No comments
12. References		
		No comments
13. Appendices		
		Consider including these in the body of the text.

Comments from *Norway*

Part 1: General comments and conclusions on the four Terms of References

- 1) *The extent to which the CEE conforms to the requirements of Article 3 of Annex I of the Environmental Protocol*

The Petrel Base Renovation Project has been analysed and determined as an activity that will have “**greater than minimal or transitory impact.**” This conclusion can be obtained preliminarily given the impacts and scope of the actions to be carried out and as such it is appropriate that they be preceded by a **Comprehensive Environmental Evaluation (CEE)** = technical-administrative Comprehensive Environmental Evaluation procedure.

2) Whether the CEE: i) has identified all the environmental impacts of the proposed activity; and ii) suggests appropriate methods of mitigating (reducing or avoiding) those impacts

- i) All relevant EIA’s are identified.
- ii) Cooperation with other nations and nearby stations in terms of logistic operations could be considered.

3) Whether the conclusions of the draft CEE are adequately supported by the information contained within the document

The conclusions are highly supported by information in the draft CEE

4) The clarity, format and presentation of the draft CEE

The draft CEE is very detailed and informative with several tables, maps and figures showing the progress of the planning and construction of the project.

Part 2: Specific comments on sections of the CEE

Section	Page(s)	Comment
Non-Technical Summary/Executive Summary		
		<p>The most significant potential impacts that are expected to arise are:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Emission of Greenhouse Gases; • Modifications in the physical landscape, in watercourses and snowmelt waterways and alteration of the permafrost; • Alteration of the moraine due to removal and movement of aggregates; • Noise pollution due to noise generation; • Contamination of soils and water courses due to spills of dangerous substances; • Alteration of the substratum due to the introduction of anthropic elements; • Alteration of the distribution of fauna and flora due to the increase in human activities;

Section	Page(s)	Comment
		<ul style="list-style-type: none"> • Introduction of non-native species due to increased human activities; and • Modification of the landscape due to the increase in the sacrifice area
1. Introduction		
		<p>CEE scope for the new station</p> <ul style="list-style-type: none"> • Remodelling of the Base Facilities • Construction and Use of the New Runway • Construction and use of the Port Area • Construction of the Photovoltaic Power Plant • Water Supply Lagoons • Area of the Activities
2. Petrel Base Project: General description of proposed activities, Scope of the project and new base and scientific research		
		No further comments
3. Approach to environmental impact assessment		
		Very thorough descriptions of EIA's
		<p>The most significant potential impacts that are expected to arise are describes as:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Emission of Greenhouse Gases; • Modifications in the physical landscape, in watercourses and snowmelt waterways and alteration of the permafrost; • Alteration of the moraine due to removal and movement of aggregates; • Noise pollution due to noise generation; • Contamination of soils and water courses due to spills of dangerous substances;

Section	Page(s)	Comment
		<ul style="list-style-type: none"> • Alteration of the substratum due to the introduction of anthropic elements; • Alteration of the distribution of fauna and flora due to the increase in human activities; • Introduction of non-native species due to increased human activities; i • Modification of the landscape due to the increase in the sacrifice area
		HSM and nearby ASPA's are well described with maps and text.
4. The new Petrel Base		
		Plans for new station are well presented in 3D-drawings and figures
5. Evaluation of alternatives		
		Will use of Electrical Vehicles (EV) be considered to reduce air pollution and to reduce effect on scientific measurements?
6. Environmental Considerations		
		Are there made any aesthetic considerations for minimizing the visual impact of a new station and its constructions?
7. Environmental Impact Assessment		
		Amount of grey-water and sewage filtered/unfiltered into sea?
		Amount of fresh water needed for a maximum of 140 people?
		Mitigation measures for oil-spills during the filling of aeroplanes and vehicles?
8. Monitoring and follow up programme		
		Monitoring of pollution into the marine environment
		Monitoring birdstrikes/disturbance on wildlife caused by aviation

Section	Page(s)	Comment
		Monitoring effects of UAV's on wildlife
9. Knowledge gaps		
		Will outlet of greywater/sewage affect the marine environment?
10. Conclusions		
		All aspects of the clean-up task of the old station and construction work during building a new station are well described. See comments on issues that could be described more in details.

Comments from United Kingdom

Part 1: General comments and conclusions on the four Terms of References

1) *The extent to which the CEE conforms to the requirements of Article 3 of Annex I of the Environmental Protocol*

All of the elements required by Article 3 of Annex I appear to have been included in the draft CEE. However, there are a number of key elements of the draft CEE that merit further attention and improvement.

Evaluation of Alternatives – Chapter 5

The consideration of alternatives is reasonably thorough. The chapter includes a consideration of ‘not proceeding’, however this only briefly assesses the implications of not undertaking the proposed renovation of Petrel Base (Section 5.1). This section could be strengthened by including a consideration of not only ‘not proceeding’ with the proposed redevelopment, but also undertaking a clean-up of the existing buildings and structures. Such an alternative would result in a net environmental benefit for the site; although clearly it would not achieve Argentina’s objectives for enhancing its logistical activities in Antarctica.

Other alternative options that could have been included are importing aggregate instead of quarrying local materials, and constructing one runway rather than two.

Environmental Considerations – Chapter 6

The opening section of Chapter 6 (Environmental Considerations) quickly draws conclusions as to the environmental sensitivities on Dundee Island, including making the claim that the island does not have assets of high biological importance. Such sweeping statements should ideally be avoided. And any such summary statements ought to be provided at the end of this chapter after the environmental conditions have been well described.

The draft CEE does not present sufficient evidence of baseline data for: vegetation composition and distribution; freshwater biodiversity; terrestrial invertebrate biodiversity or marine intertidal biodiversity. Given the rarity and importance of ice-free ground in Antarctica, it is important to have a detailed understanding of baseline conditions for the assessment of impacts of activities.

Vegetation Surveys

There is no evidence of a detailed vegetation survey. Mention is made (page 388, and Figures 218, 219, 221, 228 and 229) of “mosses and microbial mats” but a map of their distribution would be helpful. From the material presented, it does not seem possible to assess whether or not the runways or new buildings might be damaging locally or regionally significant areas of vegetation.

There are zero mentions in the text of ‘pearlwort’, ‘grass’, or ‘Deschampsia’. Not even to say that they are not present. The draft CEE does not provide any formal identification of the

species of flora that are present. It is reported that the 2021-22 expedition did collect specimens for systematic identification (page 391), but the results are not included in the draft CEE. The 2021-22 expedition did survey and mark 68 channels and rills on Cape Welchness, and samples of plants were collected in some cases. However, the results presented don't describe them beyond 'lichens', 'mosses', etc.

Freshwater Surveys

There are numerous small ponds and lagoons with standing water at Cape Welchness (e.g., page 384, Figure 212), as well as channels and rills that contain moist ground and sometimes contain water. However, there is no detailed map showing the locations of ponds and lagoons in the area. In addition, there is no evidence of a detailed survey of freshwater species. A section on Limnology (6.1.2.8 on page 354) presents broad findings on freshwater biodiversity at other maritime Antarctic sites, but there is nothing to suggest that a detailed limnological survey has been conducted at Cape Welchness. Construction of buildings and runways will destroy some of these lagoons, but the potential impact of this cannot be assessed as no information on what currently lives in these habitats has been presented.

Terrestrial Invertebrate Surveys

There is no evidence that terrestrial invertebrate populations have been surveyed. The text contains zero mentions of 'Collembola', 'springtail', 'midge', 'Belgica', 'mite', 'nematode' or 'tardigrade'.

Given the tremendous volume of earthworks planned for the development of the base and runway, the lack of a baseline data for soil dwelling animals is a conspicuous gap.

It is also noted that terrestrial/soil invertebrate surveys are *not* among the proposed monitoring tasks listed in the table in section 8.2.1, Environmental Condition Monitoring Programmes (pages 445-448).

Intertidal Biodiversity Surveys

The draft CEE suggests that the runway may be extended offshore and into the shallow intertidal zone (page 218), which could lead to direct impacts including habitat destruction. However, there is no evidence presented that the current intertidal zone has been surveyed and a baseline established.

Seabird Nesting Habitat

Antarctic terns and Antarctic skuas are known to nest at Cape Welchness in small numbers (page 389). Figure 226 (page 395) shows the general location of their nests but does not have enough detail to ascertain if the planned construction activities will directly impact any nests. On a gross level, it appears that the secondary runway may affect some skua nests, and some terns may be close to the proposed construction on the *Plataforma Interna*. But a detailed consideration of the short-term and long-term impacts on these breeding birds is lacking in the draft CEE.

Cumulative Impacts – Section 7.6

Page 61 readily asserts that the cumulative impacts arising from the planned activities at Cape Welchness are “minimal”, but with no explanation as to how this conclusion was reached.

The Cumulative Impacts section itself could be improved (Section 7.6, page 439). The section refers to the “cumulative impacts that were identified as products of the remodelling and commissioning of an aircraft runway at Cape Welchness” but does not identify (anywhere in the draft CEE) what these cumulative impacts are.

The section goes on to identify the cumulative impacts that stand out as being those that impact on the atmosphere, terrestrial environment and the marine environment (page 439), but no details are provided. It is particularly unclear why the marine environment is highlighted as being particularly susceptible to cumulative impacts from the proposed activities, when very few impacts to this environment appear to have been identified.

It is commented that ‘The change in status of the Petrel Base will represent a small fraction of the total impact that this region of Antarctica regularly receives’ (page 440), which is seemingly dismissive of the impacts that will occur to the local environment as a result of the planned reconstruction and operation of Petrel Base.

The cumulative impacts section goes on to (briefly) consider the flight paths into and out of the planned runways (page 440) and the proximity of the flight paths to identified important bird areas (IBAs). But it is not particularly clear how this discussion relates to the issue of cumulative impacts.

The impact significance tables (Annexes 2 to 6) do not record anywhere if the identified impacts have the potential to result in cumulative effects.

Environmental Monitoring Programme – Chapter 8

The monitoring programme (Chapter 8) seems modest when the scale and duration of the planned activities are considered.

It is not clear how the planned monitoring activities have been derived from the identified impacts. For example, why is it proposed to measure NO_x and microplastics in air samples? Equally it is not clear why monitoring of spatiotemporal changes in marine microbes is needed. A clear link back to the identified environmental aspects and impacts should be described to ensure that the monitoring programme can meet the requirements of Article 3(2)(c)(v) of the Protocol and Article 5 of Annex I to the Protocol.

The measurement frequency for almost all elements of the monitoring programme is described as ‘annual’, though it’s not clear what this means. Some elements of the proposed monitoring programme will certainly only need to be measured once, but other parameters could be more meaningful if measured more frequently e.g., daily or weekly observations of bird / mammal disturbance or air quality measurements.

The monitoring programme does not include any assessment of the change in the distribution or abundance of terrestrial / soil invertebrates.

Future decommissioning

In quoting the CEP's Guidelines for the Environmental Impact Assessment in Antarctica, the draft CEE records that the "activity should be analysed considering all the actions that each phase involves (for example, construction phase, operation phase, and decommissioning phase)" (Chapter 7, page 424). However, the draft CEE does not give any consideration to the future decommissioning of the base or runway.

2) Whether the CEE: i) has identified all the environmental impacts of the proposed activity; and ii) suggests appropriate methods of mitigating (reducing or avoiding) those impacts

The environmental impact assessment (EIA) process itself, whilst well described in the draft CEE does not appear to have been adequately followed. Potential areas for improvement include:

- more detailed description of the planned activities (including, for example, on construction methods, quarrying methods, use of stockpile areas, and presence and use of roadways between the different areas of the site);
- identification and description of the environmental aspects that will arise from the planned activities;
- clear descriptions of how the identified aspects will impact upon the environment;
- discussion of the means to mitigate the identified impacts.

As currently drafted, the reader only has available the annexed tables to decipher this information. For a project of this scale, those elements should be thoroughly described and discussed in dedicated sections within the main body of the EIA.

A more detailed EIA process should result in a clear line of sight from activity to identified impacts. This is not evident in the current draft of the CEE and is perhaps the one area requiring the most attention in the preparation of the final version of the CEE.

Mitigation measures

Here also the annexed tables are the only place where mitigation measures are considered. But these are very generic and do not seem to flow from a clear assessment of the aspects and impacts tied into the knowledge of the current environmental state. For example, with regard to the potential disturbance of fauna the current mitigation measures do little more than state: "*will ... not ... do activities that involve high levels of noise when there are nearby concentrations of fauna*". But has any consideration been given to scheduling certain work later in the season to minimise disturbance to nesting skuas and terns?

The mitigation measures are also highly repetitive throughout the tables and may need some further attention to ensure that the right mitigation measures have been applied to the right activities. For example, mitigation measures relating to the use of a leveller for preparing the ground for the runway construction (Annex 4) refer to the guidelines for the operation of aircraft near concentrations of birds in Antarctica and establishing flight routes to avoid overflights of concentrations of birds.

The draft CEE includes statements regarding the development of an oil spill contingency plan, and adherence to the CEP non-native species manual, however there is limited detail about what will be included in those plans.

A dedicated and detailed section on mitigation measures would normally be expected in the main body of the EIA.

Impact Significance

The calculation used to assess the significance of the identified impacts incorporates the expected factors in relation to an impact's potential scale, intensity, duration and probability. Unusually, a fifth factor relating to 'legal aspects' has been included in the significance calculation. This is described in table 44 (page 427) as being whether an activity is compliant or non-compliant with national or international legislation. But it is unclear how this is assessed with regards to the various planned activities. For example, how does one judge what laws apply to the use of vehicles in Antarctica (that generate exhaust gases and make noise etc)? One assumes that once the CEE has been finalised and approved by the Argentine Government, all activities will be 'legal'.

It is also notable that the significance tables only ever allocate either a '2' (Compliant) or a '4' (Non-compliant with the requirements of the Treaty) to this factor. The only exception is in Annex 5 where a value of '1' (no legal requirements) has been attributed to the impact 'albedo modification'. But in the same table this same impact is also afforded a score of '2'.

It remains very unclear what purpose this additional factor is serving with regard to the impact significance calculation, and how it is being applied.

3) *Whether the conclusions of the draft CEE are adequately supported by the information contained within the document*

The draft CEE concludes that with all of the mitigation measures applied 96% of the identified impacts are reduced to being 'low' or less than minor or transitory (page 457). Only 9 of 209 identified impacts are assessed as being of medium impact (no more than minor or transitory) with mitigation measures applied. This seems unlikely for a seven-year programme of building and construction activity to establish a year-round station with two runways. It also seems

inconsistent with the overall conclusion reported in Chapter 11 (page 456) that the proposed activities (overall) are likely to have an impact greater than minor or transitory.

4) The clarity, format and presentation of the draft CEE

It is acknowledged and appreciated that the English version has been translated from Spanish. Nonetheless, the draft could benefit from some rigorous proof reading and editing.

There are elements of repetition that could be avoided. For example, the description of the current base facilities is spread across three or four sections in Chapter 1, but this could be described in just one section. Similarly, the description of the new facilities is spread across several sections in Chapters 2 and 4 with some repetition. Consideration could be given to consolidating a description of the planned facilities into just one chapter.

There are a several examples where figure numbers are incorrect. For example, Figure 38 is referred to as Figure 39 (pages 90 and 91). On page 109, the figure numbers used are 453 and 464, but these point to figures 46 and 47 respectively.

There are several examples where table numbers are missing e.g., the tables on pages 213, 215, 216, 219, 220 and 222.

It is acknowledged that file size restrictions often require downsizing of images, but many of the figures and images are of low resolution and where text is included this is often unreadable.

Occasionally acronyms are used without explaining them first e.g., PBN (performance-based navigation) is first used on page 169 but is not explained until page 177.

The reference to ‘Argentine Antarctic Territory’ (page 40) should be removed.

Part 2: Specific comments on sections of the CEE

Section	Page(s)	Comment
Non-Technical Summary/Executive Summary		
	4	The Executive Summary makes no mention of expected impacts on fauna and flora. Neither does it summarise the cumulative impacts, gaps in knowledge and uncertainties, nor provide a summary of alternatives considered.
	4	The Executive Summary identifies environmental benefits as including a reduction in the release of greenhouse gases, a reduction in wastewater, and a reduced risk of introducing non-native species. But the proposed redevelopment of Petrel Base will surely result in a net increase in activity and discharges over and above the current, minor use of the Base. Further

Section	Page(s)	Comment
		information is needed to substantiate this claim (such as, for example, a calculation of current versus predicted carbon emissions associated with Argentina's Antarctic operations).
	5	The Executive Summary concludes that the construction of the base and runways will improve environmental protection. In an Antarctic context this seems unlikely. From a purely environmental perspective, the best outcome would be to conduct a clean-up of the current facilities.
1. Introduction		
2. Petrel Base Project: General description of proposed activities, Scope of the project and new base and scientific research		
2.1.4.3	54	There are several references to 'weapons systems' (also on pages 174 and 184). Clarification is needed as to what these weapons systems are, and confirmation is required that they do not contravene Article I of the Antarctic Treaty.
2.2.8.1	87	<p>References to the science that the new base will support could be strengthened throughout the document. For example, page 87 records that scientific activities may be greater during the winter, but no mention is made of what sort of science will be conducted during this time. Page 92 also refers to scientific projects that can investigate the main problems that the continent presents today, without elaborating on what research is planned. It is acknowledged that some reference to scientific research is provided on page 94.</p> <p>Respuesta DA: Se espera que el contar con base Petrel, permitirá un mejor despliegue de científicos en tiempo y oportunidad y por lo tanto una mejor obtención de datos. Asimismo, facilitará la rotación del personal entre las bases y campamentos al facilitar base Petrel el movimiento interbases. Además, el espacio dedicado a la ciencia permitirá un trabajo más cómodo y la realización de primeros análisis de las muestras en espera del traslado hacia otra base o campamento. Por otra parte, la disponibilidad de un depósito para la ciencia junto a la terminal de cargas, permitirá el acopio de muestras bajo las condiciones que se quieran (temperatura, porcentaje de humedad, etc)</p> <p>Con respecto a planes más globales una misma investigación realizada en la Isla 25 de mayo (King George), Península antártica continental (zonas de base Esperanza), Isla Dundee (base Petrel), Isla de Ross y Península Jasón, permitiría evaluar la información comparándola con otras zonas.</p>

Section	Page(s)	Comment																												
3. Approach to environmental impact assessment																														
4. The new Petrel Base																														
4.7.3	126-128	<p>The welfare of staff is always important to consider. But a 128-seat sports centre seems out of proportion for an Antarctic base of 120 people. It is noted that considerably more floor space is devoted to sports and recreation (>860m2 for the sports centre) than to science (288m2 for the laboratories).</p> <p>Respuesta DA: La ciencia tendrá el espacio físico del módulo laboratorio, el espacio de laboratorio de la casa principal y depósito DNA, lo que da una relación del 10% de las instalaciones de la base.</p> <p>La proporción general es la siguiente:</p> <table border="1" data-bbox="505 1026 1000 1222"> <thead> <tr> <th>Nro</th> <th>Función</th> <th>M2</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Ciencia</td> <td>1200</td> <td>10%</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Aeródromo</td> <td>5240</td> <td>45 %</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Servicios</td> <td>2066</td> <td>18%</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Alojamiento</td> <td>2300</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Recreación</td> <td>850</td> <td>7%</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Total</td> <td>11656</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table>	Nro	Función	M2	Porcentaje	1	Ciencia	1200	10%	2	Aeródromo	5240	45 %	3	Servicios	2066	18%	4	Alojamiento	2300	20%	5	Recreación	850	7%	6	Total	11656	100%
Nro	Función	M2	Porcentaje																											
1	Ciencia	1200	10%																											
2	Aeródromo	5240	45 %																											
3	Servicios	2066	18%																											
4	Alojamiento	2300	20%																											
5	Recreación	850	7%																											
6	Total	11656	100%																											
4.7.6	220 & 237	<p>Page 220 refers to the three proposed quarries yielding an anticipated 77,500 m3 of aggregate for construction of the runway, but page 237 notes that the necessary aggregates (approximately 180,000 m3) to build the runway embankment can be obtained from alluvial fans located at the foot of the moraine cord. Clarification is needed on the total required aggregates and the location from which they will be obtained.</p> <p>Respuesta DA: Ver Canteras (Anexo 1 – Movimiento de suelos)</p> <p>Informe comparativo de costos logísticos de llevar conglomerados en lugar de extraer materiales locales.</p>																												

Section	Page(s)	Comment
4.9.2	260	<p>The description of the tank bunds would be improved by inclusion of the procedures that will be adopted to keep the bund free of water and ice, which would otherwise compromise its ability.</p> <p>Respuesta DA: Ver EMG Resumen Ejecutivo C) Etapa II Habitabilidad y servicios Bateas antiderrame (página 16)</p> <p>Se adjunta documento “Anexo Red de Abastecimiento y Distribución de Combustible”, con el detalle de la información solicitada.</p> <p>Se adjunta documento “Anexo Informe Técnico Tanques Verticales”.</p>
4.9.2	263	<p>Further detail on the proposed use of fire fighting foam would be welcomed (given the environmental impacts associated with the use of foam).</p> <p>Respuesta DA: El empleo de este tipo de producto estará limitado a los tanques de verticales de combustible. Se empleará para ello espumas sin fluoroquímicos, llamados no fluorados ajustándose a la normativa EN1568, UL162, ICAO, IMO, USDA .</p>
4.9.3	268-275	<p>It is not clear why two lagoons need to be constructed as the source of water supply for the base. Why is it not possible to use the reverse osmosis plant to convert seawater to freshwater? Page 274 records that a desalination plant will be installed, but no explanation is provided as to why this cannot be the primary (only?) source of water for the base.</p> <p>The draft CEE also records that a cable fence will be constructed around the lagoons; at least during the summer months. But no consideration appears to have been given to the potential wildlife entanglement risks that the proposed fence might pose.</p> <p>Similarly there is no consideration of potential entanglement with the geotextile membrane used in the proposed lagoon construction, or its potential to release plastics into the environment should it degrade with age.</p> <p>Respuesta DA: Ver 2.3 Sistema de extracción de agua dulce: inclusión de información técnica relativa al sistema, incluyendo sitio y modo de extracción, estimación de la cantidad de agua potable a usar por persona, estimación del volumen de agua dulce a usar por etapas.</p> <p>La base contará con una planta móvil desalinizadora KARCHER WATERCLEAN 1600 GT. Dicha planta no tiene la capacidad de operación continua, ni la posibilidad de general agua potable en cantidad suficiente para el abastecimiento de toda la base una vez desarrollada. La función de esta planta es como alternativa a los otros sistemas de obtención de agua de la base.</p>

Section	Page(s)	Comment
4.9.4.2	284	The draft CEE states that the Protocol requires ‘treatment’ of wastewater prior to disposal. In fact, Article 5 of Annex III to the Protocol only requires maceration as a minimum and then only for stations and bases where summer occupancy exceeds 30 people.
4.9.6	302	It is noted that an oil spill contingency plan is not currently developed for the base. It is encouraged that such a response plan is prepared both for the reconstruction and operational phases of the planned activities, and included in the CEE.
5. Evaluation of alternatives		
5.4	325, 326	Table 31 (pages 325 and 326) is confusing in its application of environmental impact values. Firstly, if 0 is High and 5 is Null, then values of 1 imply ‘high’ impact not ‘low’ impact as stated in the table. Secondly, it is not clear how or why the environmental impact assessment has been done in this table when the purpose of the whole document is to assess the environmental impacts of the proposed activities.
6. Environmental Considerations		
6.1.3.7	390	The draft CEE reports that up to 25 Weddell seals were counted, hauled out. But the caption for Figure 221 records Ross seals resting in front of the glacier.
6.1.3.7	392, 393	The methodology for the wildlife observations is not explained.
7. Environmental Impact Assessment		
7.5	433	The approach to climate change impact assessment is described, but it is not clear to the reader whether the proposed development is sufficiently resilient to climate change impact throughout its lifespan. The CEE could be improved through inclusion of explanations about the level of confidence that the development won’t be impacted by changes in permafrost, for example.
7.6	440	The observation that “the change in status of the Petrel Base will represent a small fraction of the total impact that this region of Antarctica regularly receives” is unhelpful and seemingly dismissive of the impacts that will occur to the local environment as a result of the planned reconstruction and operation of Petrel Base.
8. Monitoring and follow up programme		

Section	Page(s)	Comment
9. Knowledge gaps		
10. Conclusions		
11. Authors and Advisors		
12. References		
13. Appendices		
2-6		<p>In several cases the 'Exposed Environmental Component' is described just as "Environment". This may be a translation issue, but it is not clear what this term refers to.</p> <p>The significance tables record whether the impact will be indirect or direct. But only in three of the five tables. This element has not been included in the significance tables dealing with construction of the solar farm (Annex 5) and the water supply lagoons (Annex 6). It is not clear why.</p>

Comments from the United States

Part 1: General comments and conclusions on the four Terms of References

The United States thanks Argentina for preparing the detailed CEE for the renovation of Petrel Base, Dundee Island. We appreciate the efforts of the ICG convener, Ceisha Poirot, for her work in summarizing the contribution of CEP members participating in the CEE review.

The CEE presents an ambitious program of renovation/construction over a number of years to create an energy efficient station, with increased opportunities for scientific research and logistics support for Argentina, with opportunities for international collaborations in science and logistics. The plan to re-use an already impacted site, the goal of energy efficiency, the improvement of waste and wastewater handling, and plans for monitoring and mitigation are key elements of the CEE. However, the treatment of the requirements of the CEE seems somewhat uneven, with details lacking on some elements of a CEE that would allow the reader to more fully understand the projected environmental impact of the project and how monitoring and mitigation measures would reduce such impact.

1) *The extent to which the CEE conforms to the requirements of Article 3 of Annex I of the Environmental Protocol*

The draft CEE generally conforms to the requirements of Article 3 of Annex I of the Environmental Protocol. The required elements of a CEE are included in the document; however, the level of detail could be improved in certain areas, such as

- Discussion of alternatives and the relationship between activities to be conducted at Petrel Station and Marambio Station.
- Discussion of the movement of materials from ships to the station during the construction and operational phases of the project.
- A description of the projected waste and wastewater production during the renovation/construction phases and the project status of waste and waste water production during the operational phases.
- The rationale for the construction of two runways.
- The description of the current state of the environment, with more focus on describing or obtaining more data on the biological features of the area (including the potential impact on these communities during the project's lifetime).
- A more concrete description of the historical wastes and site contamination and the extent to which removal/remediation is planned.

2) *Whether the CEE: i) has identified all the environmental impacts of the proposed activity; and ii) suggests appropriate methods of mitigating (reducing or avoiding) those impacts*

The environmental impact of the activity is difficult to fully understand, as there is a lack of detail in the text of the CEE on the conduct and implications of a number of the planned activities. These include construction methods, transport of materials from the runways or the sea to work sites, and potential impacts to terrestrial and nearshore fauna and flora during renovation/construction as well as from increased activities once the project is completed. The mitigation measures are difficult to discern, as they are placed in detailed tables in the annexes, which seem to be repetitive. The lack of detail in the text on how the mitigating measures will be conducted and assessed present a challenge to the reader.

3) *Whether the conclusions of the draft CEE are adequately supported by the information contained within the document*

The conclusion that the impacts of the Petrel Base renovation are likely to have a greater than minimal or transitory impact on the Antarctic environment is supported by the CEE. The conclusion that the reduction in environmental impact due to the extensive mitigation program presented in the annexes seems somewhat optimistic, given the extensive program of renovation and new construction to be conducted over many years and increased activities once the project is completed. More detailed descriptions of projected impacts and mitigation measures placed in the text would aid the reader in assessing the risk ratings in the annexes.

4) *The clarity, format, and presentation of the draft CEE*

The CEE is generally well prepared, but some aspects of the document could be improved in order for the reader to more easily understand the proposed activities and mitigating measures.

- Reorganizing the CEE to remove repetition among sections would add clarity to the document.
- The level of detail in various sections of the CEE make it difficult for the reader to understand exactly what is planned.
- Placing the mitigation measures in the annexes is not ideal for the reader, who must go back and forth between the text and annexes to understand what is planned. A more thorough treatment of the mitigation measures in the text of the CEE be an improvement.
- A thorough review of the figures and tables would improve the CEE, as there are some figures not translated, some misnumbered, some unclear, and maps without scale or legends.

Part 2: Specific comments on sections of the CEE

Section	Page(s)	Comment
Non-Technical Summary/Executive Summary		
	1	Add construction of new buildings in bulleted list under “Activities to be carried out” as well as mention of improving wastewater treatment (sewage).
	2	In the Phase IV work (provision of services to third parties), does Argentina contemplate providing services to NGOs?
	3	We do not see any discussion of impact of the project on fauna and flora in the section on environmental conditions.
		We do not see a discussion of plans to deal with historical waste and contamination on site.
		Throughout the CEE, some figures and tables were not translated making review difficult.
1. Introduction		
1.2.1.2	30	How was future station power demand calculated? It seems the proposal assumes full power output of proposed generators and not based on expected demand loads. What is the minimum, maximum, and average power demand loads anticipated?
	41	Have there been any discussions with other National Antarctic Programs regarding international science and logistics cooperation?
	41	Without a new port, how is access via ship for SAR, medevacs or bringing supplies to the station going to be achieved?
2. Petrel Base Project: General description of proposed activities, Scope of the project and new base and scientific research		

	43	More information on why port area was discarded would be helpful here (Figure 22)
2.1.1.1	44	Why is the treatment facility (bullet “K”) shown on figure 24 at the extreme opposite end from the ocean? How do you plan on disposing of effluent described in section 4.9.4?
	46	The laboratory mentions accommodations for 24. Is that included in the 140 in the main house or in addition?
2.1.4.4	55	There is mention of not needing to refuel a C-130 and thus the fuel tank sizes (35,000 liters) are for helicopters and small planes. Shouldn’t there be a contingency tank for if the C130 is needed?
2.1.5	56	Recommend removing mention of the pier from all portions as it is not part of this proposal.
2.1.4.1.	52	Navigation aid is a VOR/DME radio (civilian version of a TACAN, non-precision NAVAID) and will serve both runways. Precision approach for main runway (03/21, 1500M x 43M) is mentioned, but type of NAVAID is not identified.
2.2.8.3	90	More info about ad hoc dock would be valuable. What weight can it support? How were the two landing sites selected and what measures are being put in place to avoid degradation of the coastal area. What consideration has been made with regard to routes from the landing areas to the station?
		The many non-translated figures make it difficult to understand the plans.
3. Approach to environmental impact assessment		

4. The new Petrel Base		
4.9.3	269	Can more information be provided about the lagoons. It's not clear how they are being created and maintained.
4.1	105	Page 334 states sea level could rise by as much as 60 m. Section 6.1.7 on page 415 notes all coastal stations will be subjected to threats posed by sea level rise. However, the new base will only be 10-20 m above sea level. What is the design life of the new station and how will it accommodate projected sea level rise?
4.3.3.1	118	Emergency house is only used in an emergency. Are these bedspaces (60) counted at all in the reported total?
4.9.4.1	277	What is the purpose of individual building sewage collection tanks? Untreated sewage becomes septic in a short amount of time which can make aerobic treatment difficult.
4.9.4.1	278	It appears that all sewage will be pumped via force main, what is the rationale? Will any additional environmental precautions be taken to address possible future leaks or ruptures of the extensive force-main infrastructure?
4.9.4.1	279	CEE states the sewage infrastructure will include venting to "ensure that no sewage remains inside the pipes". Will there be adequate slope to allow runoff? Is the lack of slope on site the reason for the sewage pumps?
4.3.6.1	125	Will any facilities be built at grade (figure 58) and if so, how will the design account for moisture and water build-up under the insulated flooring? Over time thaw/melt will find a way under the building which will be a higher temperature than the surrounding environment.
4.5.6.1	140	Have chemical anchors as described been successfully employed in permafrost before? And is there any risk of the permafrost horizon changing over the facility design life?

4.9.1.2	243	How will use of solar power impact water production via generators? Will the generators be sized to maximize engine/fuel efficiency during peak solar energy production?
4.9.1.2	245	It does not appear that the panel foundations will be tied into the permafrost as is proposed for the facilities. Has a wind load analysis been performed or is it possible these foundation blocks will also be bolted into the permafrost?
4.9.1.2	242	Has any thought been given to snow maintenance around the solar panels?
4.9.6	303	We note that there is not yet a fuel management contingency plan. Given the scope of the renovation and operation of the station, we suggest that the development of this plan would be a priority.
5. Evaluation of alternatives		
6. Environmental Considerations		
6.1	338	This section begins by stating that the area ‘does not have assets of high biological importance’. The general statement is not backed up by baseline data or detailed studies on the nearshore benthic fauna and flora, the vegetation at the site, the freshwater community, and the bird and mammal data. Studies undertaken in the recent past provided information on seabird and seal distribution, breeding, etc. In particular, with the potential of nearshore areas being impacted by boat landings, cargo movement, and wastewater discharge, a description of areas expected to be affected by station activities would benefit from surveys.
6.1.2.9.	360	Figure 185 (Map with location of Important Bird Areas in Antarctic) shows one “important” bird location approximately 4NM NW of Petrel, but out of the flight path for both runway’s arrivals and departures. Note: This would only affect departures from RWY 35

		(auxiliary). For RWY 35 departures, we recommend departing aircraft initiate a left turn prior to 2NM on departure to avoid this location.
7. Environmental Impact Assessment		
7.3.1	432	On Page 3, there is a “Stage” or “Phase” V “Consolidation”. Why is the “Consolidation” stage missing here?
7.6.	439	The section on Cumulative Impacts could be improved with more discussion on how impacts described in the annex tables contribute to Cumulative Impacts.
7.6	440	The statement “The change in status of the Petrel Base will represent a small fraction of the total impact that this region of Antarctica regularly receives” is a bit confusing, considering the plans for a much larger base of activity with the renovation. With the transfer to activities from Marambio to Petrel imply that Marambio will be closed or become a summer only station?
7.6	441	Figs 249 & 250 show approach paths to runways at Petrel. Fig 250 shows impact to AICA 067. Instrument departures from RWY35 and arrivals to RWY17 should be avoided to the maximum extent to avoid this AICA.
8. Monitoring and follow up programme		
8	445	This section and the first table present a number of parameters to be measured, but details of the actual monitoring plans seem not to have been developed. What is the rationale for determining how frequently the parameters should be measured.
8	451	The table on page 451 is not translated, so it’s not possible to evaluate the information.

8.2.3	453	How will the climate data collected be used to determine the impact on the station? How will the overall monitoring data be 'translated' into actions?
8		Are there plans to "audit" the activities being conducted during renovation and construction to ensure that what was stated in the CEE matches the actions onsite?
9. Knowledge gaps		
9.5	455	The described lack of knowledge of the potential interaction between the runway and the glacier moraine seems to be a key issue that could impact the success of the project if not resolved early in the process.
		Given that the project will be conducted over a number of years and that there will be knowledge gained during the process, it is possible that plans today will change in the future with regard to details and processes described in the CEE. Has there been consideration for a potential CEE amendment if the project changes in some significant ways prior to completion?

Comments from the Antarctic and Southern Ocean Coalition (ASOC)

Part 1: General comments and conclusions on the four Terms of References

The Antarctic and Southern Ocean Coalition (ASOC) appreciates the opportunity to comment on the draft CEE for the 'PETREL ANTARCTIC BASE RENOVATION, DUNDEE ISLAND, ANTARCTICA' submitted by Argentina.

We are grateful to Ceisha Poirot, the CEP Representative for New Zealand, for convening the ICG established to review the draft CEE. We also appreciate the useful comments made by CEP Members so far.

Overall we find that this is a project of significant scope and ambition which includes several different activities, each of which could be subject of a EIA on its own, mostly CEEs, if conducted independently.

It is positive that all planned activities (or different phases/stages of a single activity) are considered together, so that reviewers have a sense of the overall project and the totality of its potential impacts. However, the scale of the proposed activities and the duration of the project are such that they almost reaches the limits of what a single CEE can meaningfully cover.

Of note is that the proposed activities contemplate not only a renovation and partial removal of existing infrastructure, but also a fairly significant expansion of existing infrastructure, including new runways at new locations with respect to earlier ones. The proposed activities would therefore result in an apparent expansion of the existing base's footprint to cover most of the relatively small ice free area of Cape Welchness (2.5 km²).

The extensive environmental background provided by the CEE (chapter 6) and the regional aspects are of general interest too.

Overall, the draft CEE is ambitious and of high quality, although with some differences in the depth of treatment of some issues such as consideration of alternatives, indirect or cumulative impacts, and monitoring.

The aspects that are relatively less clear to us from the draft CEE consider the proposed activities from a more holistic perspective, specifically whether or not:

- This is a very ambitious project with potentially significant environmental consequences. The runway will become the fifth operational runway on an ice free area in Antarctica, and potentially the second largest. Aside from the localized impact at the base area, which will be significant across a whole set of values recognized by the Protocol, an extra hub of air operations has the potential to intensify and expand the overall human footprint in that part of Antarctica.
- We understand the complexity of Argentine logistics in the area in support of its facilities and scientific research, however the information provided on the project

thus far does not make a case for the scientific benefits of the projects outweighing the environmental impacts (other than the remediation of existing old facilities and the construction of new laboratories).

- Seeing the scale, intensity and duration of the project, its impacts are likely to be not just direct or indirect impact on listed species or their habitat, but rather on the ecosystem of that area as a whole. There is also a potential for the project to intensify and expand the human footprint in Antarctica, as the new facilities are likely to serve as an “attractor” for other operators.

As with several other CEEs submitted to the CEP in recent years describing multi-year developments, the proposed activity will have a rather very significant impact on the environment, not just locally but in all probability in the broader region around Cape Welchness. We have raised some of the issues and concerns related to the expansion of national Antarctic bases in, inter alia, ATCM XXIX/IP094 in 2009, and in comments made to other CEEs for comparable renovation activities. The same issues and concerns made then are still relevant at present, and are applicable to this particular proposal. The fact that this overall part of Antarctica is already subject to significant activity and consequent impact (from research bases, tourism, fisheries and their associated logistics, as well as climate change and related impacts) is not an argument to increase activities.

We have no doubt that Argentina as an Antarctic Treaty state has good reasons of its own to significantly modernise an Antarctic base, but we are sceptical of the need for such a major development in the Antarctic Peninsula.

We note the comments made by some Members about aspects of the CEE that need more detailed treatment, and some formatting issues that may need correction in the final CEE, and will not repeat them here.

1) *The extent to which the CEE conforms to the requirements of Article 3 of Annex I of the Environmental Protocol*

The draft CEE conforms to the requirements of Article 3 of Annex I of the Environmental Protocol. However, as noted above, this CEE stretches to the limit the use of the CEE as an environmental planning and management tool.

Compliance with Art 3 of Annex I of the Protocol is further detailed in the table below.

Requirements Annex I, Art. 3 (2)	ASOC comments
(a) a description of the proposed activity including its purpose, location, duration and intensity, and possible alternatives to the	Yes – mostly. The discussion of possible alternatives and of their consequences is quite generic

Requirements Annex I, Art. 3 (2)	ASOC comments
<p>activity, including the alternative of not proceeding, and the consequences of those alternatives;</p>	<p>considering the significance and potential impact of the project.</p> <p>With two exceptions (having or not runways, pier) the alternatives are only siting/scale variations of the proposed project.</p>
<p>(b) a description of the initial environmental reference state with which predicted changes are to be compared and a prediction of the future environmental reference state in the absence of the proposed activity;</p>	<p>Yes, with some limitations.</p>
<p>(c) a description of the methods and data used to forecast the impacts of the proposed activity;</p>	<p>Yes.</p>
<p>(d) estimation of the nature, extent, duration, and intensity of the likely direct impacts of the proposed activity;</p>	<p>Yes. In particular, the matrices provided are a useful summary. Some aspects of impact do appear to be somewhat overlooked or minimised.</p>
<p>(e) consideration of possible indirect or second order impacts of the proposed activity;</p>	<p>Limited.</p>
<p>(f) consideration of cumulative impacts of the proposed activity in the light of existing activities and other known planned activities;</p>	<p>Yes, albeit primarily focused on this particular activity and focused on the local impacts of the proposed activity (whereas a broader focus might be helpful as well).</p>
<p>(g) identification of measures, including monitoring programmes, that could be taken to minimise or mitigate impacts of the proposed activity and to detect unforeseen impacts and that could provide early warning of any adverse effects of the activity</p>	<p>Yes, generally.</p>

Requirements Annex I, Art. 3 (2)	ASOC comments
as well as to deal promptly and effectively with accidents;	
(h) identification of unavoidable impacts of the proposed activity;	Yes, many or most of those impacts are listed.
(i) consideration of the effects of the proposed activity on the conduct of scientific research and on other existing uses and values;	Limited.
(j) an identification of gaps in knowledge and uncertainties encountered in compiling the information required under this paragraph;	Yes, but mostly focused on those related to carrying out the proposed activity and not e.g. environmental change.
(k) a non-technical summary of the information provided under this paragraph; and	Yes.
(l) the name and address of the person or organization which prepared the Comprehensive Environmental Evaluation and the address to which comments thereon should be directed.	Yes.

Annex I, Art. 3(5) states that “No final decision shall be taken to proceed with the proposed activity in the Antarctic Treaty area unless there has been an opportunity for consideration of the draft Comprehensive Environmental Evaluation by the Antarctic Treaty Consultative Meeting on the advice of the Committee, provided that no decision to proceed with a proposed activity shall be delayed through the operation of this paragraph for longer than 15 months from the date of circulation of the draft Comprehensive Environmental Evaluation.” The fact that work is due to start in 2023-2024 (albeit an initial component of the entire project) suggests that a decision to proceed with the proposed activity (or set of activities) has already been taken.

2) Whether the CEE: i) has identified all the environmental impacts of the proposed activity; and ii) suggests appropriate methods of mitigating (reducing or avoiding) those impacts

The draft CEE has identified most/many of the impacts of the proposed activity, with the exceptions noted in the table above.

Specific mitigation activities are brief in some instances, and somewhat over-optimistic - in particular, the mitigation of many of the impacts, from original high/medium to low (red/yellow to green), seems optimistic.

3) Whether the conclusions of the draft CEE are adequately supported by the information contained within the document

The conclusion of the draft CEE that the proposed activities are likely to have more than a minor or transitory impact on the Antarctic environment is supported by the information provided.

It is likely that that the impacts resulting from the construction and operation of this project will be very significant (and the total impact more than the sum of its parts).

4) The clarity, format and presentation of the draft CEE

The CEE is clearly written and presented to high standards, with numerous and very useful figures. Some of the “coarse grained” contextual analysis is particularly well developed, in some instances at the expense of a more detailed “fine grained” analysis.

Overall it is a thorough document covering a set of interacting activities, most of which may merit a CEE if they were conducted separately. However, the complexity of these activities and their interaction may not immediately stand out in the document i.e. while apparently only the renovation of an existing base, this is a very significant development project.

As noted above, as a general comment about the CEE document, with 480 pages, over 130,000 words, over 250 figures and six annexes describing several distinct phases, this EIA stretches the limits of a CEE document. This raises the question as to what a CEE should look like for multi-year projects with multiple, complex components or phases, such as this one and other similar projects submitted to the CEP in the past decade.

Part 2: Specific comments on sections of the CEE

Section	Page(s)	Comment
Non-Technical Summary/Executive Summary		
		<p>The executive summary is generally clear and concise.</p> <p>There are some inconsistencies between the content of the abstract and the body of the CEE e.g. the denomination and number of stages/phases; and the type and number of beneficial outcomes from the project.</p>

Section	Page(s)	Comment
1. Introduction		
1.1	p.18	The old runways have been affected by rivulets from the nearby glacier. What will prevent this from happening in future runways, particularly considering a warming climate?
2. Petrel Base Project: General description of proposed activities, Scope of the project and new base and scientific research		
		[We refer to the detailed comments made by some Members on this topic.]
3. Approach to environmental impact assessment		
		[We refer to the detailed comments made by some Members on this topic.]
4. The new Petrel Base		
		[We refer to the detailed comments made by some Members on this topic.]
5. Evaluation of alternatives		
5	P 3.15	The description of the project (Chapters 2, 4) and the consideration of alternatives (chapter 5) are discussed before environmental considerations (chapter 6). This means that, if read from beginning to end, the reader does not really know what the environmental setting is, with implications for the potential impact of the proposed activity. until page 332.
5.3.2	p. 319	Is the alternative of “not proceeding” with the base renovation the same as “doing nothing”? It would be possible to simply stabilize/remediate the old base to minimize environmental problems. This is different from entirely rebuilding the base with several additional new developments.
5.4	p. 322	Is the fact that the location of the base has already been impacted a significant factor? While there are environmental benefits in removing deteriorated infrastructure and reusing an impacted location, it does not mean that the location should be open to a significant new developments.
5.5.5.	p. 330	Most of the alternative measures are comparatively minor changes to the activity as originally proposed, which is a major redevelopment of the site. Most of the proposed alternatives are limited to e.g. the size of the buildings or

Section	Page(s)	Comment
		their location within the terrain.
	p. 332	<p>The non-construction of the runaway, although rejected in the CEE, seems like a real alternative to the proposed activity, compared to some of the other alternatives provided.</p> <p>If Marambio Base is experiencing effects of climate change and the Antarctic Peninsula region is “undergoing significant processes of change”, what makes Petrel Antarctic Base immune from the same or similar potential problems? The permafrost terrain is different for the area of Marambio, however Petrel is also closer to the sea level and in close proximity to an ice field i.e. the location is relatively small (2.5km²) and surrounded by ice/water on three sides.</p>
5.5.6	p. 336	<p>Our understanding is that at this point the construction of a proposed pier for larger ships will not go ahead.</p> <p>This seems like a wise decision considering the complexity of the proposal as it currently stands and its resulting environmental impacts.</p>
6. Environmental Considerations		
6.1	p. 338	<p>“the absence of colonies or numerous settlements of birds or mammals, which minimizes possible harmful interference with them” – is this reported relative absence possibly related to the historic activities of Petrel Base?</p> <p>And – is this a true absence of life at the site? We note the detailed comments made by some Members in this regard.</p>
7. Environmental Impact Assessment		
7.3.1	p. 431	<p>This section notes four stages page</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Preparation stage: studies ● Stage 1 Petrel, permanent base ● Stage 2 Habitability and services ● Stage 3 Provision of services to own people ● Stage 4 Provision of services to third parties <p>It does not mention phase 5 consolidation referred to elsewhere in the CEE.</p>
7.3.1		Regarding Stage 4, Provision of services to third parties “transfer terminal for

Section	Page(s)	Comment
		<p>passengers and cargo to other Antarctic programmes”.</p> <p>Who would be these passengers and where they would be going? Our understanding is that there relatively few bases in this area - aside the Czech base in James Ross Island, most bases in the area are from Argentina.</p>
7.5	From p. 433	<p>Section “7.5 – Impact of climate change on the project” is an important consideration seeing the setting of Petrel Antarctic Base, and the section is well developed. However, does this belong to the section describing the impacts of the proposed activity ON the environment? Rather this section could address how the potential deterioration of the base facilities as result of climate change could cause secondary impacts and contribute to e.g. disseminate contaminants on the environment.</p> <p>(Of note is that given the uncertainties of climate change, the only reference to a “precautionary” approaches is on section 6.2.1.9, page 352, with reference to the krill fishery, as background information to the CEE).</p>
7.6	From p. 440	The section on cumulative impacts refers primarily to the impact of aircraft use on birds.
8. Monitoring and follow up programme		
		[We refer to the detailed comments made by some Members on this topic.]
9. Knowledge gaps		
9.5	455	<p>This section addresses a critical gap in knowledge (the interaction of the runway and the moraine) which is central to the longer term success of the project.</p> <p>This is connected to the broader issue of the impact of climate change in the region, which is also subject to uncertainty at the local level. We appreciate that there is additional local information being collected.</p>
10. Conclusions		
	456	<p>“From this draft CEE it can be concluded that the proposed activities are likely to have an impact greater than minimal or transient on the environment due to the duration, scale and intensity of the activities and their associated impacts.</p> <p>We agree with this conclusion. [Note terminology used in English translation with respect to the English version of the Protocol.]</p>

Section	Page(s)	Comment
	p. 457	<p>“Of a total of 209 environmental impacts estimated in the original assessment, 102 were low risk, 83 medium risk and 24 high risk. After the mitigation measures were proposed, finally 200 were low risk, 9 medium risk and none high risk (Figure 248 and Table 47).”</p> <p>This might well be the case when assessed using the EIA methodology used in this CEE, but it is very likely that that construction and operation of this project will be very significant (and the total impact more than the sum of its parts)</p>
	p. 457	<p>“Improvements in environmental performance and the scientific support and environmental protection that they will allow to be achieved.”</p> <p>Clearly the scientific support capability is likely to increase as a result of this project. However, we are sceptical that the completion of these activities will enhance environmental protection.</p> <p>We do concur that the impact of the proposed activities can be minimized to some extent and the technology proposed will reduce CO₂ emissions compared with a similar base operating only on fossil fuels</p>
11. Authors and Advisors		
		The list provided shows a very strong team of authors and advisers.
12. References		
		A comprehensive list of ca. 130 publications in several languages.
13. Appendices		
		<p>Annexes 2-5 are comprehensive and their “logic” is easily apparent, as well as clearly explained in the body of the CEE (section 7.1). The color coding is particularly useful.</p> <p>However, this does not mean that the assessment is necessarily correct in all cases, or that the methods used are sensitive enough. In particular, the difference between high and low impacts might not be linear.</p>

