

Capítulo 1: Descripción de Proyecto

EIA Espejo de Tarapacá

Región de Tarapacá, Chile

Julio 2014

Preparado por:



ÍNDICE

1. Descripción de proyecto	1-1
1.1. Identificación del Titular y Representante Legal	1-1
1.1.1 Identificación del Titular	1-1
1.1.2 Identificación del Representante Legal del Titular	1-1
1.1.3 Identificación del Consultor	1-1
1.2. Antecedentes Generales	1-2
1.2.1 Nombre del Proyecto	1-5
1.2.2 Breve Descripción del Proyecto	1-5
1.2.3 Objetivo del Proyecto	1-11
1.2.4 Tipología del Proyecto	1-11
1.2.4.1 Indicación de la No Modificación de Proyecto o Actividad	1-12
1.2.4.2 Indicación del Desarrollo del Proyecto por Etapas	1-12
1.2.5 Monto Estimado de la Inversión	1-15
1.2.6 Vida Útil del Proyecto	1-15
1.3. Localización del Proyecto	1-15
1.3.1 Localización del Proyecto Según División Político - Administrativa	1-15
1.3.2 Representación Cartográfica en Datum WGS84	1-17
1.3.3 Superficie del Proyecto	1-19
1.3.4 Caminos de Acceso	1-20
1.3.5 Justificación de la Localización	1-23
1.4. Definición de las Partes y Obras Físicas del Proyecto	1-23
1.4.1 Sector Submarino	1-34
1.4.1.1 Obras Toma y Descarga Submarina (Sector Submarino)	1-36
1.4.2 Sector Subterráneo	1-37
1.4.2.1 Obras Túnel Inferior	1-39
1.4.2.2 Obras Caverna de Máquinas	1-42
1.4.2.3 Pique en Presión	1-47
1.4.2.4 Obras Túnel Superior	1-48
1.4.3 Sector Costa	1-48
1.4.3.1 Obras Área de Operaciones	1-53
1.4.3.2 Planta Desalinizadora	1-55
1.4.3.3 Obras Portales Costa	1-58
1.4.3.4 Instalaciones de Faena para Fase de Construcción	1-58
1.4.3.5 Campamento	1-63
1.4.3.6 Caminos de Acceso Sector Costa	1-65
1.4.3.7 Áreas de Acopio	1-66
1.4.3.8 Polvorín (Sector Costa)	1-66
1.4.3.9 Líneas Eléctricas – Sector Costa	1-66
1.4.4 Sector Meseta	1-69
1.4.4.1 Reservorio	1-73
1.4.4.2 Toma y Descarga Reservorio (Sector Meseta)	1-77

1.4.4.3	Portales Reservorio (Sector Meseta)	1-78
1.4.4.4	Área Control y Comunicación Reservorio	1-78
1.4.4.5	Líneas Eléctricas (Sector Meseta)	1-78
1.4.4.6	Caminos Sector Meseta	1-79
1.4.4.7	Áreas de Acopio	1-82
1.4.4.8	Polvorín Reservorio	1-84
1.4.4.9	Instalación de Faena Reservorio	1-86
1.4.5	Sector Pampa	1-86
1.4.5.1	Línea Eléctrica de Alta Tensión (Tramo Sector Pampa)	1-88
1.4.5.2	Camino de Servicio Línea Transmisión Eléctrica de Alta Tensión (Sector Pampa)	1-99
1.4.5.3	Frentes Móviles de Trabajos LAT (Sector Pampa)	1-99
1.5.	Descripción de la Fase de Construcción	1-100
1.5.1	Sector Submarino	1-100
1.5.1.1	Toma y Descarga Submarina	1-100
1.5.2	Sector Subterráneo	1-101
1.5.2.1	Construcción Túneles, Chimeneas y Ventanas	1-101
1.5.2.2	Trifurcaciones	1-102
1.5.2.3	Construcción Caverna de Máquinas	1-103
1.5.2.4	Construcción de Piques	1-103
1.5.2.5	Construcción Túnel Blindado	1-104
1.5.2.6	Construcción Subestación Eléctrica	1-104
1.5.3	Sector Costa	1-105
1.5.3.1	Área de Operaciones	1-105
1.5.3.2	Planta Desalinizadora	1-107
1.5.3.3	Portales Costa	1-107
1.5.3.4	Instalación de Faena para la Construcción del Campamento	1-107
1.5.3.5	Campamento	1-108
1.5.3.6	Instalación de Faena para la Fase de Construcción (Sector Costa - San Marcos)	1-108
1.5.3.7	Construcción de Caminos Sector Costa	1-108
1.5.3.8	Áreas de Acopio	1-109
1.5.3.9	Polvorín	1-109
1.5.3.10	Instalación de Faena Caleta Río Seco	1-109
1.5.4	Sector Meseta	1-109
1.5.4.1	Portales Reservorio	1-109
1.5.4.2	Construcción Caminos, Mejoramientos, Empalmes y By-pass Sector Meseta	1-110
1.5.4.3	Obra de Toma y Descarga Reservorio	1-110
1.5.4.4	Reservorio	1-110
1.5.4.5	Instalación de Faena Reservorio	1-113
1.5.4.6	Áreas de Acopio de Material de Excavaciones Reservorio	1-113
1.5.4.7	Polvorín	1-113
1.5.4.8	Panel de Control y Comunicación Reservorio	1-114
1.5.4.9	Líneas de Transmisión Eléctrica de Media Tensión	1-114
1.5.5	Sector Pampa	1-114

1.5.5.1	Línea de Transmisión Eléctrica de Alta Tensión (LAT)	1-114
1.5.5.2	Camino de Servicio Línea de Alta Tensión	1-115
1.5.5.3	Frentes Móviles de Trabajo LAT	1-115
1.5.6	Fecha Estimada e Indicación de la Parte, Obra o Acción que Establezca el Inicio y Término de la Fase de Construcción	1-115
1.5.7	Cronograma de la Fase de Construcción	1-115
1.5.8	Mano de Obra Fase de Construcción	1-117
1.5.9	Equipos, Maquinarias, Insumos y Servicios en Fase de Construcción	1-118
1.5.9.1	Energía Eléctrica	1-118
1.5.9.2	Agua	1-118
1.5.9.3	Servicios Higiénicos	1-120
1.5.9.4	Combustible	1-120
1.5.9.5	Alimentación	1-121
1.5.9.6	Alojamiento	1-121
1.5.9.7	Transporte de Personal	1-121
1.5.9.8	Equipos y Maquinarias	1-122
1.5.9.9	Frentes de Trabajo	1-124
1.5.9.10	Explosivos	1-124
1.5.9.11	Hormigón	1-125
1.5.9.12	Áridos	1-125
1.5.9.13	Transporte de Suministros, Insumos y Equipos	1-125
1.5.9.14	Insumos Químicos	1-126
1.5.10	Ubicación y Cantidad de Recursos Naturales Renovables a Extraer	1-127
1.5.11	Emisiones de Fase de Construcción	1-127
1.5.11.1	Emisiones Atmosféricas	1-127
1.5.11.2	Ruido	1-128
1.5.11.3	Vibraciones	1-130
1.5.12	Residuos de Fase de Construcción	1-130
1.5.12.1	Residuos Líquidos Domésticos	1-130
1.5.12.2	Residuos Líquidos Industriales	1-132
1.5.12.3	Residuos Sólidos	1-132
1.6.	Descripción de la Fase de Operación	1-135
1.6.1	Generación de Energía	1-135
1.6.2	Llenado del Reservorio	1-140
1.6.3	Sector Subterráneo	1-141
1.6.4	Sector Costa	1-141
1.6.5	Sector Meseta	1-142
1.6.6	Sector Pampa	1-142
1.6.6.1	Línea de Transmisión Eléctrica de Alta Tensión (LAT)	1-142
1.6.7	Fecha Estimada e Indicación de la Parte, Obra o Acción que Establezca el Inicio y Término de la Fase	1-144
1.6.8	Cronograma de la fase de operación	1-145
1.6.9	Mano de Obra de Fase de Operación	1-146

1.6.10	Actividades de Mantenimiento y Conservación	1-146
1.6.11	Insumos y Servicios en Fase de Operación	1-146
1.6.11.1	Recursos Hídricos	1-146
1.6.11.2	Suministro Eléctrico	1-146
1.6.11.3	Combustible	1-146
1.6.11.4	Agua Potable	1-147
1.6.11.5	Transporte	1-147
1.6.12	Productos Generados	1-147
1.6.13	Ubicación y Cantidad de Recursos Naturales Renovables a Extraer	1-147
1.6.14	Emisiones de Fase de Operación	1-148
1.6.14.1	Emisiones Atmosféricas	1-148
1.6.14.2	Ruido	1-148
1.6.14.3	Vibraciones	1-150
1.6.14.4	Campos Electromagnéticos	1-150
1.6.15	Residuos de Fase de Operación	1-151
1.6.15.1	Residuos Líquidos	1-151
1.6.15.2	Residuos Sólidos	1-153
1.7.	Actividades del Proyecto en la Fase de Cierre y Abandono	1-154
1.7.1	Descripción de Actividades del Proyecto en Fase de Cierre	1-155
1.7.1.1	Desmantelar Infraestructura del Proyecto	1-155
1.7.1.2	Restauración de Terreno	1-155
1.7.1.3	Prevención de Emisiones	1-156
1.7.1.4	Mantenciones, Conservación y Supervisiones Necesarias	1-156
1.7.1.5	Otras Actividades	1-156

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Región, Provincia y Comuna Donde se Desarrolla el Proyecto.	1-15
Tabla 1-2: Coordenadas en Datum WGS84 U19.....	1-17
Tabla 1-3: Superficies Totales de las Obras Superficiales.	1-19
Tabla 1-4: Caminos de Construcción.	1-31
Tabla 1-5: Lista de Obras Sector Submarino.	1-34
Tabla 1-6: Lista de Obras Sector Subterráneo.....	1-37
Tabla 1-7 Características Tramos de Tunel Inferior.....	1-40
Tabla 1-8: Lista de Obras Sector Costa.	1-49
Tabla 1-9: Lista de Obras Sector Meseta.....	1-69
Tabla 1-10: Volúmenes Reservorio.	1-73
Tabla 1-11: Dimensión Reservorio.....	1-73
Tabla 1-12: Lista de Obras Sector Pampa.	1-86
Tabla 1-13: Características del Conductor TOPAZ.....	1-88
Tabla 1-14: Características del Cable de Guardia OPGW.....	1-89
Tabla 1-15: Características de la Estructura Suspensión.	1-90
Tabla 1-16: Características de la Estructura Anclaje.	1-91
Tabla 1-17: Características de la Estructura Anclaje-Remate.	1-91
Tabla 1-18: Características de la Estructura Especiales.	1-92
Tabla 1-19: Dimensiones para los Diferentes Tipos de Estructuras.	1-93
Tabla 1-20: Dimensiones Estructuras Especiales.....	1-94
Tabla 1-21: Características de los Aisladores.....	1-96
Tabla 1-22: Distancias Mínimas del Conductor al Suelo.	1-96
Tabla 1-23: Mano de Obra Fase Construcción.	1-117
Tabla 1-24: Transporte de Personal Fase Construcción en Buses.	1-121
Tabla 1-25: Transporte de Personal Fase Construcción en Mini Buses.....	1-122
Tabla 1-26: Cantidad de Maquinaria Necesaria.....	1-123
Tabla 1-27: Insumos Químicos Fase Construcción.	1-126
Tabla 1-28: Emisiones Totales Fase de Construcción.....	1-128
Tabla 1-29: Ubicación y Descripción de Puntos de Medición.	1-129
Tabla 1-30: Evaluación Según D.S. N°38 del MMA. Fase de Acondicionamiento. Período diurno.	1-130
Tabla 1-31: Calidad Efluente Sanitario.....	1-131
Tabla 1-32: Esquema Simplificado de Operación en Días Típicos de Verano e Invierno.	1-136
Tabla 1-33: Caudal Promedio Horario de Operación Normal (m^3/s).....	1-138
Tabla 1-34: Llenado Reservorio	1-140
Tabla 1-35: Flujo de Transporte Fase de Operación.	1-147
Tabla 1-36: Emisiones Totales Fase de Operación.	1-148
Tabla 1-37: Evaluación según D.S. N°38 del MMA. Fase de Operación. Período Diurno.	1-149
Tabla 1-38: Evaluación según D.S. N°38 del MMA. Fase de Operación. Período Nocturno.	1-149
Tabla 1-39: Evaluación Ruido según OPB 814.41. Fase Operación. Flujo Vehicular. Período Diurno.	1-149
Tabla 1-40: Características de la Salmuera.	1-152

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Vista Espacial del Proyecto.	1-3
Figura 1-2: Esquema Hidráulico de Funcionamiento del Proyecto Espejo de Tarapacá.	1-4
Figura 1-3: Distribución Geográfica de las Centrales Hidráulicas de Bombeo Activas en el Mundo.	1-5
Figura 1-4: Esquema Central Operación Durante el Día.	1-6
Figura 1-5: Esquema Central Operación Durante la Noche.	1-7
Figura 1-6: Sectorización Proyecto Sector Submarino, Sector Costa, Sector Subterráneo.	1-9
Figura 1-7: Sectorización Proyecto Sector Meseta y Sector Pampa.	1-10
Figura 1-8: Cronograma Planta Fotovoltaica.	1-14
Figura 1-9: Ubicación General del Proyecto.	1-16
Figura 1-10: Caminos de Acceso al Proyecto.	1-22
Figura 1-11: Ubicación Referencial de Obras Sector Submarino.	1-35
Figura 1-12: Obra de Toma y Descarga Submarina.	1-36
Figura 1-13: Ubicación Referencial de Obras Sector Subterráneo.	1-38
Figura 1-14: Esquema Túnel Inferior o de Descarga.	1-40
Figura 1-15: Esquema Pique Compuertas Túnel Inferior.	1-41
Figura 1-16: Esquema Ubicación Caverna de Maquinas.	1-42
Figura 1-17: Piso Principal Caverna de Máquinas.	1-43
Figura 1-18: Piso Generadores Caverna de Máquinas.	1-44
Figura 1-19: Piso Turbinas Caverna de Máquinas.	1-44
Figura 1-20: Esquema General Bomba-Turbina.	1-45
Figura 1-21: Esquema General Caverna de Máquinas.	1-45
Figura 1-22: Ubicación Referencial de Obras Sector Costa.	1-52
Figura 1-23: Esquema Área de Operaciones y Acceso Caverna de Maquinas.	1-53
Figura 1-24: Ubicación Planta Desalinizadora.	1-57
Figura 1-25: Conexión LTE a Edificio de Administración y Control.	1-68
Figura 1-26: Ubicación Referencial de Obras Sector Meseta.	1-72
Figura 1-27: Reservorio.	1-74
Figura 1-28: Membrana Bituminosa.	1-75
Figura 1-29: Caminos Sector Meseta.	1-80
Figura 1-30: Ubicación Acopios.	1-83
Figura 1-31: Ubicación Polvorines.	1-85
Figura 1-32: Ubicación Referencial de Obras Sector Pampa.	1-87
Figura 1-33: Amortiguador Tipo Stockbridge.	1-90
Figura 1-34: Geometría de Estructuras.	1-93
Figura 1-35: Geometría de Estructuras Especiales.	1-94
Figura 1-36: Placas de Numeración y Peligro de Muerte.	1-95
Figura 1-37: Esquema tipo de Mallas Puesta a Tierra.	1-98
Figura 1-38: Disposición Futura S/E Seccionadora.	1-99
Figura 1-39: Método Constructivo Rase Boring.	1-104
Figura 1-40: Anclaje de Geomembrana.	1-112
Figura 1-41: Cronograma de Ejecución del Proyecto.	1-116
Figura 1-42: Cotas del Reservorio (Cota vs m ³).	1-139

Figura 1-43: Curva del Reservorio.	1-140
Figura 1-44: Cronograma Fase de Operación.	1-145
Figura 1-45: Radio Interferencia a Distintas Frecuencias, en Función de la Distancia.	1-151

1. DESCRIPCIÓN DE PROYECTO

1.1. Identificación del Titular y Representante Legal

1.1.1 Identificación del Titular

Nombre	:	Espejo de Tarapacá SpA
R.U.T.	:	76.351.165-5
Domicilio	:	Presidente Errázuriz 3943, Las Condes
Teléfono	:	56-2-22286994
Email	:	jacamus@valhallaenergy.cl

1.1.2 Identificación del Representante Legal del Titular

Nombre	:	Juan Andrés Camus
R.U.T.	:	15.382.153-4
Domicilio	:	Presidente Errázuriz 3943, Las Condes
Teléfono	:	56-2-22286994
Email	:	jacamus@valhallaenergy.cl

1.1.3 Identificación del Consultor

Nombre	:	Gestión Ambiental Consultores S.A.
R.U.T.	:	78.174.910 – 9
Domicilio	:	Padre Mariano N° 103, oficina 307, Providencia.
Teléfono	:	7195625
Fax	:	2351100
Email	:	gac@gac.cl

Los Antecedentes Legales que acreditan la personería jurídica para representar al Titular se presentan en Anexo 1.1 parte Antecedentes Legales del Apéndice del EIA.

1.2. Antecedentes Generales

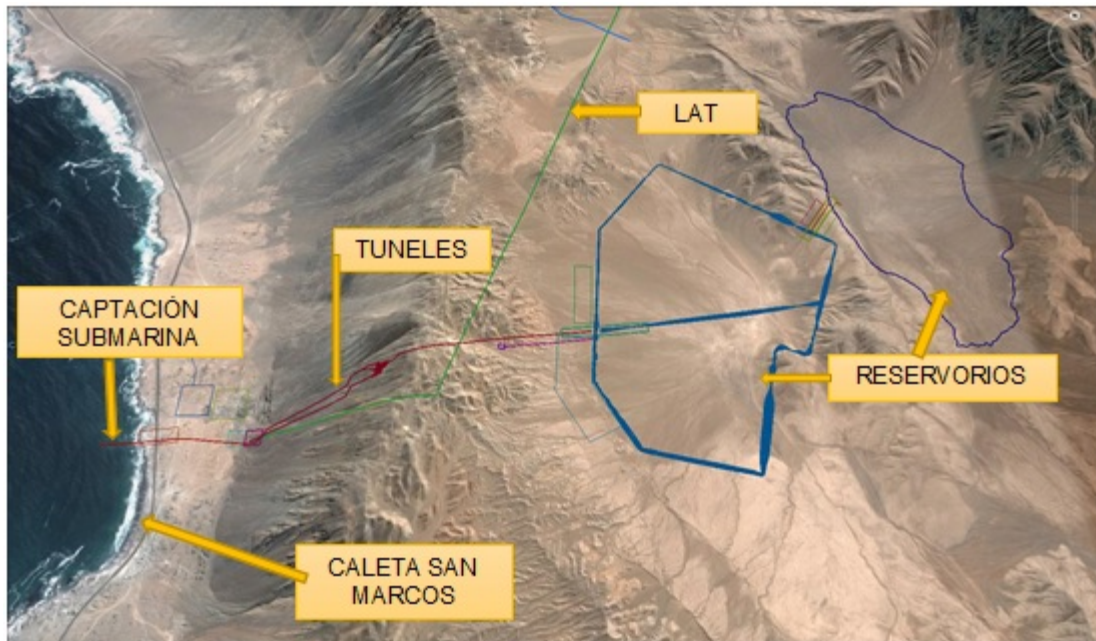
El Proyecto Espejo de Tarapacá (el Proyecto) es un proyecto de generación de energía que consiste en una central hidráulica reversible de bombeo/generación ("Pumped Storage Power Station"), ubicada en el sector costero de Caleta San Marcos, a unos 100 kilómetros al sur de la ciudad de Iquique, y su Sistema de Transmisión para conectarse a la SS/EE Lagunas del SING.

Dadas sus características, el Proyecto se inscribe dentro de las denominadas Energías Renovables. En efecto, el principio general de operación de la Central considera bombear agua de mar durante el día, utilizando para ello la energía proveniente de centrales solares ubicadas en la vecindad de la red troncal del Sistema Interconectado del Norte Grande (SING), para luego, durante la noche, generar hidroelectricidad. De este modo, se logra una producción que combina la energía solar durante el día con la energía hidráulica durante la noche, garantizando una producción constante que permite satisfacer adecuadamente la demanda de energía de terceros.

Para lograr lo anterior se contempla la instalación de equipos de bombeo reversibles, alojados en una caverna de máquinas, los que operando con energía solar, elevarán el agua de mar hasta una depresión natural ubicada en la meseta superior adyacente, y durante la noche, operando en modo de turbinas, utilizarán el agua acumulada en la meseta superior para generar energía devolviéndola posteriormente al mar.

Tanto el sistema de captación de agua de mar como las conducciones serán subterráneas y bidireccionales, es decir, la dirección del flujo de agua dependerá si ésta es bombeada o turbinada, no requiriéndose obras distintas para cada modo de operación.

En la figura siguiente se muestra una visión general de la ubicación espacial del Proyecto.

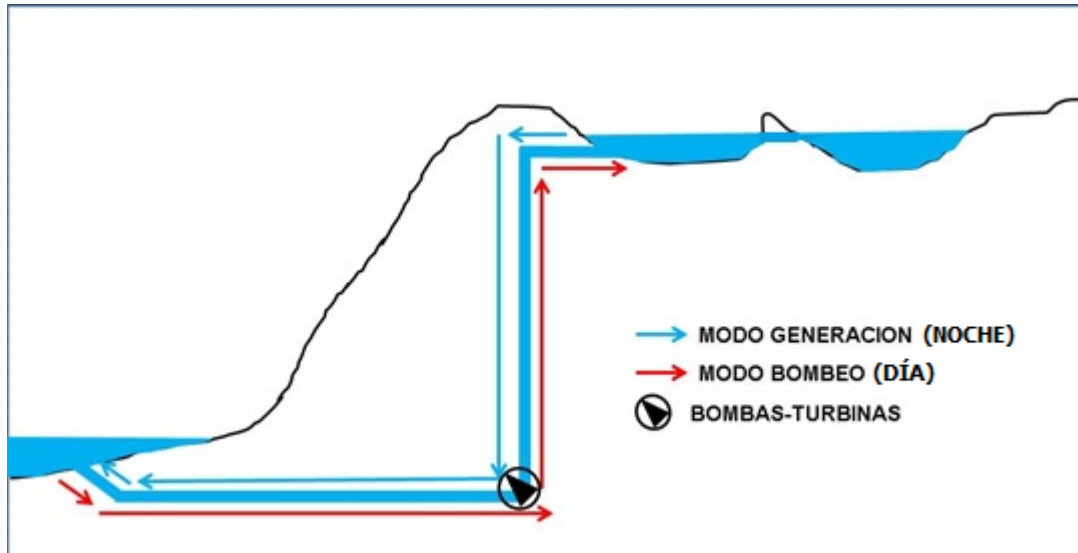
Figura 1-1: Vista Espacial del Proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

Se contempla una potencia instalada de bombeo de 300 MW y una potencia instalada de generación de hasta 300 MW distribuida en tres turbinas hidráulicas reversibles (bomba/turbina) de 100 MW cada una. La energía producida, de 1,75 GWh/día promedio anual, se inyectará al Sistema Interconectado del Norte Grande (SING) en la Subestación Lagunas mediante una línea de transmisión eléctrica de alta tensión (LTE) de 220kV- doble circuito – y de alrededor de 65 km de longitud.

La siguiente figura muestra el esquema general de funcionamiento hidráulico del Proyecto.

Figura 1-2: Esquema Hidráulico de Funcionamiento del Proyecto Espejo de Tarapacá.

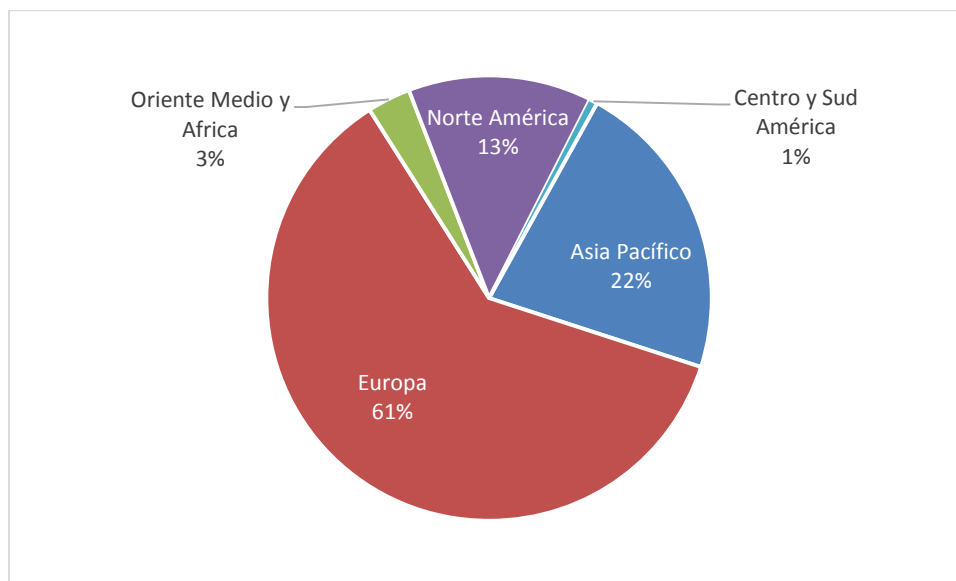


Fuente: Elaboración Propia.

Respecto de la evaluación del Proyecto en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental nacional, si bien en estricto rigor éste sería el primero en su tipo en ingresar, hay que considerar que comparte características similares con componentes y conceptos de otros proyectos que sí han sido evaluados y calificados en el SEIA como son, por una parte, las centrales hidroeléctricas y, por otra, las captaciones y descargas de agua de mar.

No obstante a ello, los proyectos de bombeo-generación cuentan con una vasta experiencia a nivel internacional. A modo de referencia, se puede mencionar que existen actualmente en operación 510 centrales hidráulicas de bombeo, repartidas en lugares como Estados Unidos, China, Japón y Europa, entre otros, siendo la más antigua la ubicada en Suiza, en el río Aare, que está operativa desde el año 1908. En Japón, en tanto, funciona una planta de operación similar a la proyectada, pues también utiliza agua de mar para la generación eléctrica.

En la siguiente figura se muestra la distribución geográfica de las centrales hidráulicas de bombeo activas en el mundo.

Figura 1-3: Distribución Geográfica de las Centrales Hidráulicas de Bombeo Activas en el Mundo.

Fuente: Elaboración Propia.

1.2.1 Nombre del Proyecto

De acuerdo con lo establecido en la Ley N° 19.300, Ley de Bases Generales del Medio Ambiente (modificada por Ley N° 20.417) y el D.S. N° 40/12 del Ministerio del Medio Ambiente, Espejo de Tarapacá SpA, ingresa al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), presentando ante el Servicio de Evaluación Ambiental el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto de Central Hidroeléctrica de bombeo con agua de mar denominado “**Espejo de Tarapacá**”, a ser ubicado en la región de Tarapacá.

1.2.2 Breve Descripción del Proyecto

Espejo de Tarapacá SpA., en adelante el Titular, pretende realizar el Proyecto “Espejo de Tarapacá”, el cual consiste en una Central Hidráulica Reversible, de bombeo-generación, en el sector costero de Caleta San Marcos, unos 100 kilómetros al sur de la ciudad de Iquique, junto a su respectiva Línea de Transmisión Eléctrica.

El Proyecto bombeará, durante el día, agua de mar mediante equipos de bombeo-generación, ubicados en la Caverna de Máquinas, a través de túneles submarinos (toma marina) y subterráneos (costa y farellón) hasta una depresión natural que constituirá un reservorio a partir de los 585 m.s.n.m. donde se acumulará el agua extraída. Posteriormente, en la noche, el agua acumulada en el reservorio se conducirá mediante los mismos túneles subterráneos hasta los

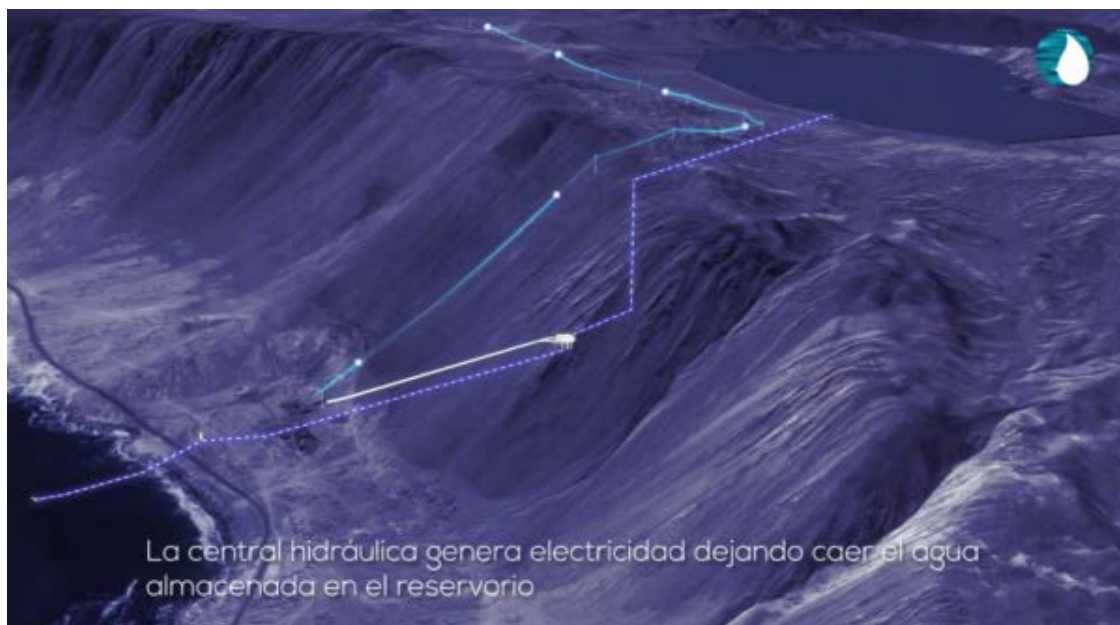
equipos de bombeo-generación para generar energía eléctrica, restituyéndola finalmente al mar. La operación considera el mismo punto en el mar para efectos de toma y descarga del agua.

En las siguientes dos figuras se muestran los esquemas de operación de la Central durante el día y durante la noche, respectivamente.

Figura 1-4: Esquema Central Operación Durante el Día.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 1-5: Esquema Central Operación Durante la Noche.

Fuente: Elaboración propia.

Se estima una potencia instalada de bombeo de 300 MW y una potencia instalada de generación de hasta 300 MW. En el esquema de bombeo, la Central consumirá 2,28 GWh/día, promedio anual, bombeando en promedio un caudal de 45 m³/s por 8 horas, y en esquema de generación producirá 1,75 GWh/día, promedio anual, descargando un caudal promedio de 28 m³/s. La energía se inyectará al Sistema Interconectado del Norte Grande (SING), en la Subestación Lagunas, mediante una línea de transmisión eléctrica de alta tensión (LTE) de 65 km de longitud.

En el Proyecto se distinguen 5 sectores ambientales en donde se llevarán a cabo las obras necesarias para su funcionamiento, éstas son:

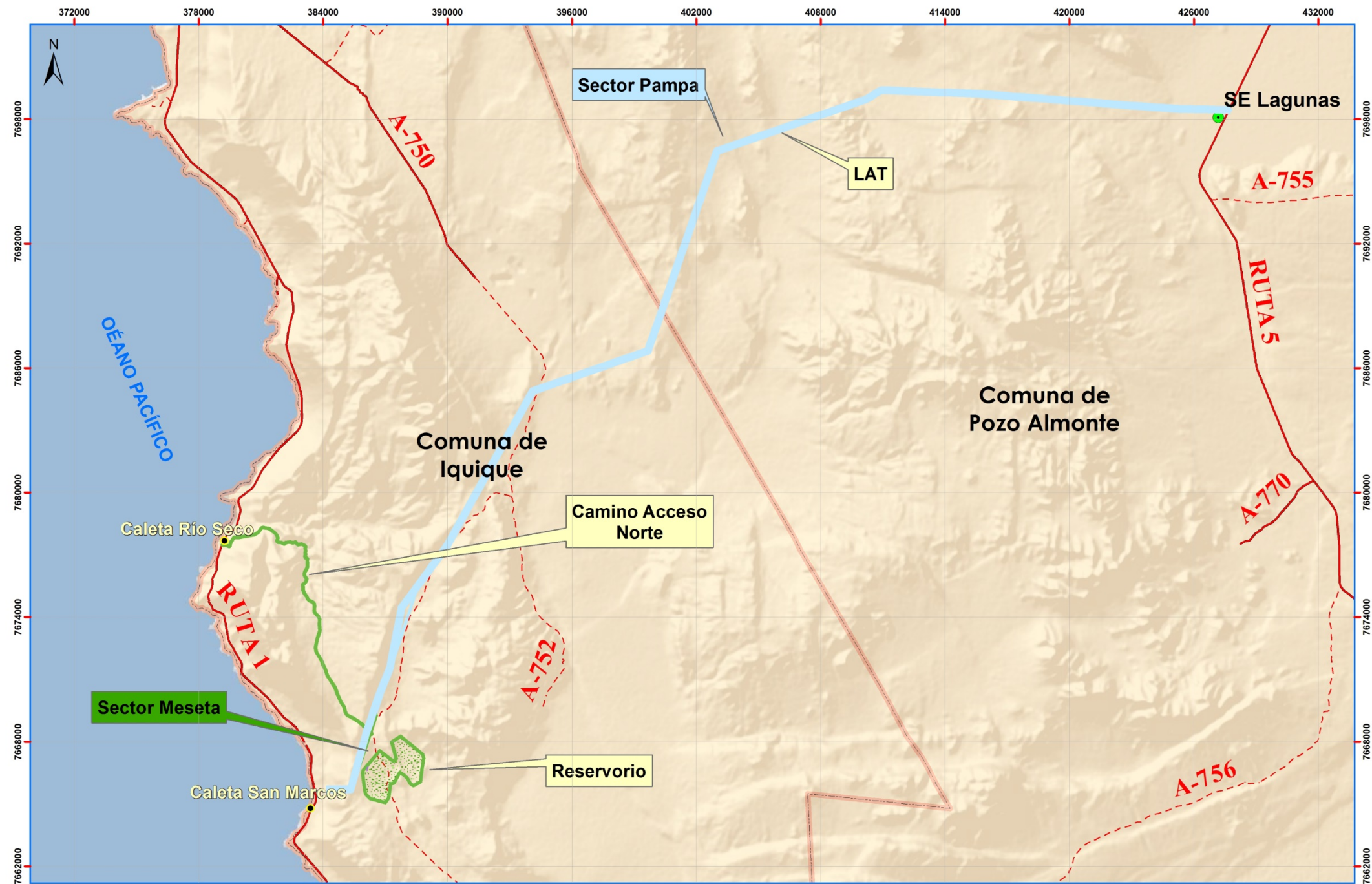
- Sector Submarino
- Sector Subterráneo
- Sector Costa
- Sector Meseta
- Sector Pampa

En la Figura 1-5 siguiente se muestra la sectorización del proyecto para el Sector Submarino, Sector Costa y Sector Subterráneo. Por su parte, en la Figura 1-6 se ilustra los sectores Meseta y Pampa.

Figura 1-6: Sectorización Proyecto Sector Submarino, Sector Costa, Sector Subterráneo.



Figura 1-7: Sectorización Proyecto Sector Meseta y Sector Pampa.



Fuente: Elaboración propia.

1.2.3 Objetivo del Proyecto

El objetivo principal del Proyecto es almacenar energía a gran escala, de manera eficiente y económica. Esto permite a la Central ser un aporte a la seguridad del sistema eléctrico, disminuir eventualmente la volatilidad en los precios de la electricidad, y transformar electricidad proveniente de energías renovables no convencionales de naturaleza intermitente, como la energía solar o eólica, en suministro eléctrico constante y 100% gestionable.

Una Central Hidráulica Reversible trae beneficios y externalidades positivas a un sistema eléctrico en general, y en especial a un sistema con centrales poco flexibles y lenta capacidad de reacción ante contingencias, como es el Sistema Interconectado del Norte Grande (SING). Entre estos se destacan la rapidez y disponibilidad de la central frente a caídas parciales o totales del sistema eléctrico (“partida en negro”); extrema velocidad de la planta para aportar generación o liberar carga del sistema eléctrico (“reserva en giro”); regulación de la frecuencia y la tensión del sistema eléctrico; y la posibilidad de reducir la volatilidad de precios spot del sistema eléctrico, por medio del arbitraje de precios mediante transferencias intertemporales de energía.

Sin embargo, el atributo más importante de esta Central es su capacidad de viabilizar la entrada a gran escala de Energías Renovables No Convencionales (ERNC) como la solar y eólica, por medio de su capacidad de transformar, a través de la acumulación de agua, energía de naturaleza intermitente, en energía continua 24 horas al día, los 7 días de la semana. La consecuencia de esto último es que permitiría, mediante una integración comercial de generación hidráulica y una (o más) planta(s) ERNC(s) conectada(s) al SING, satisfacer los requerimientos de despacho de grandes a clientes - como empresas de distribución eléctrica o empresas industriales en sectores como el minero - y de esta manera entregar energía doméstica, limpia, competitiva, continua y a precio fijo durante 15 o más años, sin variabilidad hidrológica o exposición a los precios internacionales de combustibles fósiles.

1.2.4 Tipología del Proyecto

De acuerdo con el artículo 3 del D.S. N° 40 del 30 de octubre de 2012, Ministerio del Medio Ambiente, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, el proyecto corresponde a la tipología contemplada en las letras:

b) Líneas de transmisión eléctrica de alto voltaje y sus subestaciones

b.1.) Se entenderá por líneas de transmisión eléctrica de alto voltaje aquellas líneas que conducen energía eléctrica con una tensión mayor a veintitrés kilovoltios (kV)

b.2.) se entenderá por subestaciones de líneas de transmisión eléctrica de alto voltaje aquellas que relacionan a una o más líneas de transporte de energía eléctrica y que tienen por objeto mantener el voltaje a nivel de transporte.

c) Centrales generadoras de energía mayores a 3 MW

1.2.4.1 Indicación de la No Modificación de Proyecto o Actividad

Conforme al Art. 12 del D.S. N° 40/2012 ya mencionado, Espejo de Tarapacá SpA, titular del proyecto, viene en indicar que el proyecto denominado Espejo de Tarapacá sometido a evaluación ambiental por medio del presente Estudio de Impacto Ambiental, no modifica proyecto o actividad alguna sometida previamente al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

1.2.4.2 Indicación del Desarrollo del Proyecto por Etapas

De acuerdo al art. 14 del Reglamento del SEIA (D.S. N° 40/2012, Ministerio del Medio Ambiente), los Estudios de Impacto Ambiental deberán indicar expresamente si sus proyectos o actividades se desarrollarán por etapas. En tal caso deberá incluirse una descripción somera de tales etapas, indicando para cada una de ellas el objetivo y las razones o circunstancias de que depende, así como las obras o acciones asociadas y su duración estimada.

Dado que el Proyecto “Espejo de Tarapacá” prevé dentro de su ejecución, la ejecución de una posible etapa de generación de energía a través de un parque fotovoltaico, en el presente Acápite se contiene la información requerida por el Reglamento del SEIA.

Objetivo de la etapa

El objetivo de esta etapa consiste en el desarrollo de un proyecto de generación de electricidad en base a energía renovable no convencional a gran escala proveniente de una planta solar fotovoltaica con una capacidad de 600 MW, además de la construcción y operación de una línea de alta tensión que transportará la energía hasta la subestación Laguna existente.

Desde luego, el desarrollo de esta etapa se encuentra condicionado a que características económicas del mercado eléctrico indiquen su viabilidad, conforme se explica más abajo en esta sección. Esta etapa es de interés para el desarrollo del Proyecto Espejo de Tarapacá, toda vez que este proyecto aprovecharía la posibilidad de bombear y almacenar parte de dicha energía para satisfacer sus requerimientos energéticos.

En cuando a su localización, cabe señalar que esta etapa tendrá su emplazamiento en la comuna de Pozo Almonte, Provincia del Tamarugal, Región de Tarapacá.

Finalmente, se hace presente que el desarrollo de esta etapa ingresará oportunamente al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, en cumplimiento del art. 3 letras b) y c) del Reglamento del SEIA y del art. 10 letras b) y c) de la Ley 19.300, que establece que deberán ingresar previamente al SEIA las líneas de transmisión eléctrica de alto voltaje y sus subestaciones, así como las centrales generadoras de energía mayores a 3 MW, respectivamente. La forma de ingreso de esta etapa será a través de un Estudio de Impacto Ambiental, que contendrá un plan de medidas ambientales apropiado para hacerse cargo de los posibles impactos significativos que se generen en dicha etapa.

Razones o circunstancias de que depende la etapa

La dependencia en la ejecución de esta etapa radica en consideraciones técnicas y económicas que actualmente son impredecibles y de las cuales depende su desarrollo en el futuro, tales como:

- i. No tener problemas técnicos para la factibilidad de conectar un parque solar de gran potencia en la S/E Lagunas (nivel de cortocircuitos, etc.),
- ii. Niveles de radiación suficientes para poder producir un costo por MWh solar reducido (por ejemplo, la radiación en Lagunas es significativamente menor que en María Elena, 150 kilómetros al sur) y
- iii. Punto de conexión del o los clientes para un contrato de suministro eléctrico. Si estos se encuentran demasiado lejos del punto de conexión de Lagunas, es preferible ubicar la planta solar en otro nodo más cercano del sistema.

De este modo, en caso que finalmente se determine la inviabilidad de esta etapa del Proyecto, el titular tramitará oportunamente la compra de energía eléctrica con algún proyecto presente o futuro, que permita abastecer los requerimientos energéticos que amerita.

Acciones y obras asociadas para la etapa

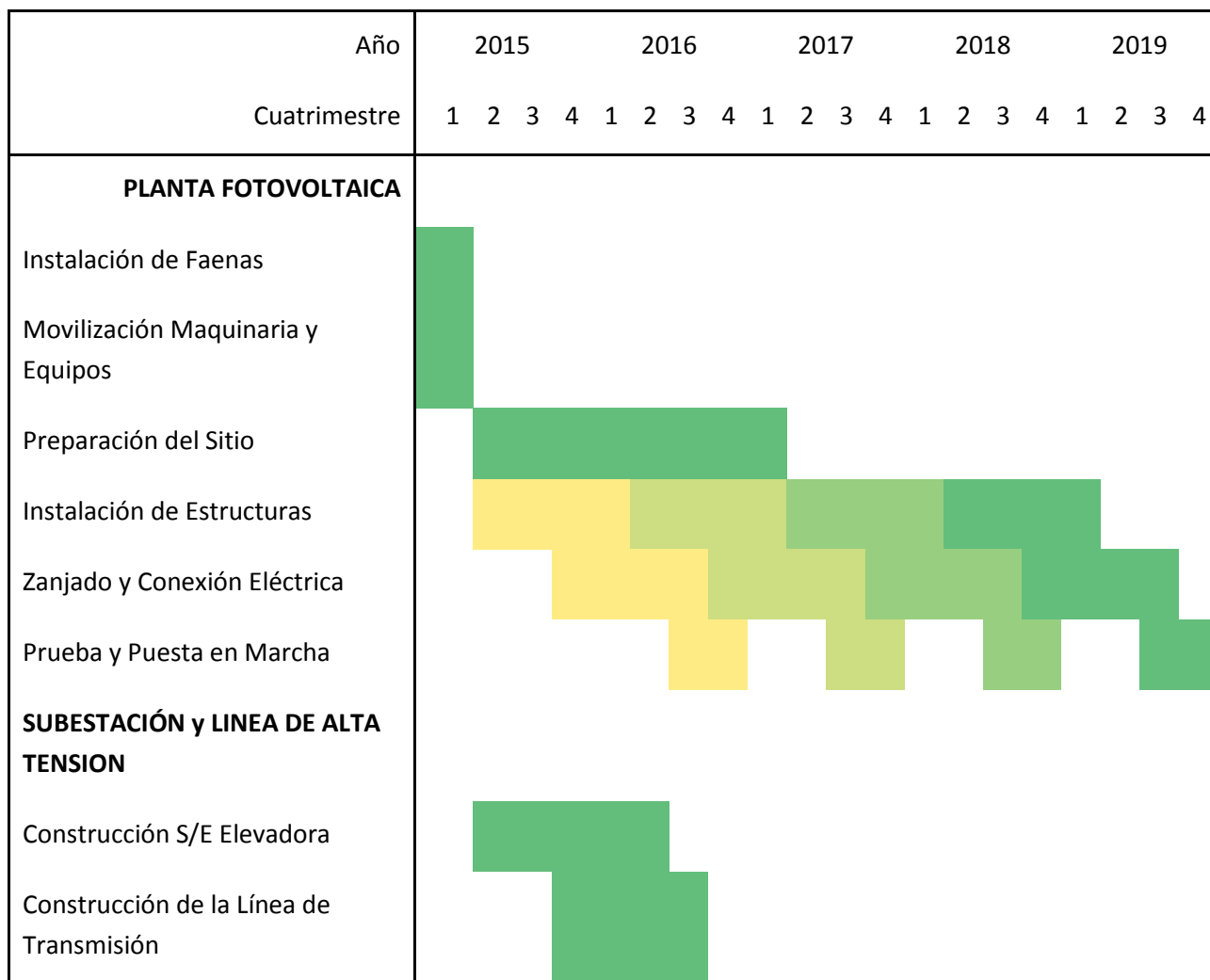
Las actividades previstas para la **fase de construcción** de esta etapa, son las siguientes:

- Habilitación de instalaciones de faena.
- Transporte de maquinaria y materiales al área del proyecto.
- Montaje de paneles.
- Construcción de canaletas subterráneas.
- Construcción de subestación.
- Construcción de sala de control y operaciones.
- Conexión y puesta en marcha.

Por su parte, la **fase de operación** considera las siguientes actividades:

- Operación del parque solar.
- Mantenimiento de módulos y equipos.

Figura 1-8: Cronograma Planta Fotovoltaica.



Fuente: Elaboración propia

1.2.5 Monto Estimado de la Inversión

El monto estimado de la inversión del Proyecto es de USD\$ 385 millones.

1.2.6 Vida Útil del Proyecto

La vida útil del Proyecto es indefinida. Para esto se realizarán las mantenciones y actualizaciones que sean necesarias a las instalaciones para mantenerlas en funcionamiento por tiempo indefinido, según se da cuenta en el Acápite 1.7 de este Capítulo.

1.3. Localización del Proyecto

1.3.1 Localización del Proyecto Según División Político - Administrativa

El proyecto se localizará administrativamente en las comunas de Iquique y Pozo Almonte, Provincia de Iquique, Región de Tarapacá, aproximadamente a 100 km al sur de la ciudad de Iquique (Figura 1-9). Las localidades más cercanas son la Caleta San Marcos y la Caleta Río Seco.

Tabla 1-1: Región, Provincia y Comuna Donde se Desarrolla el Proyecto.

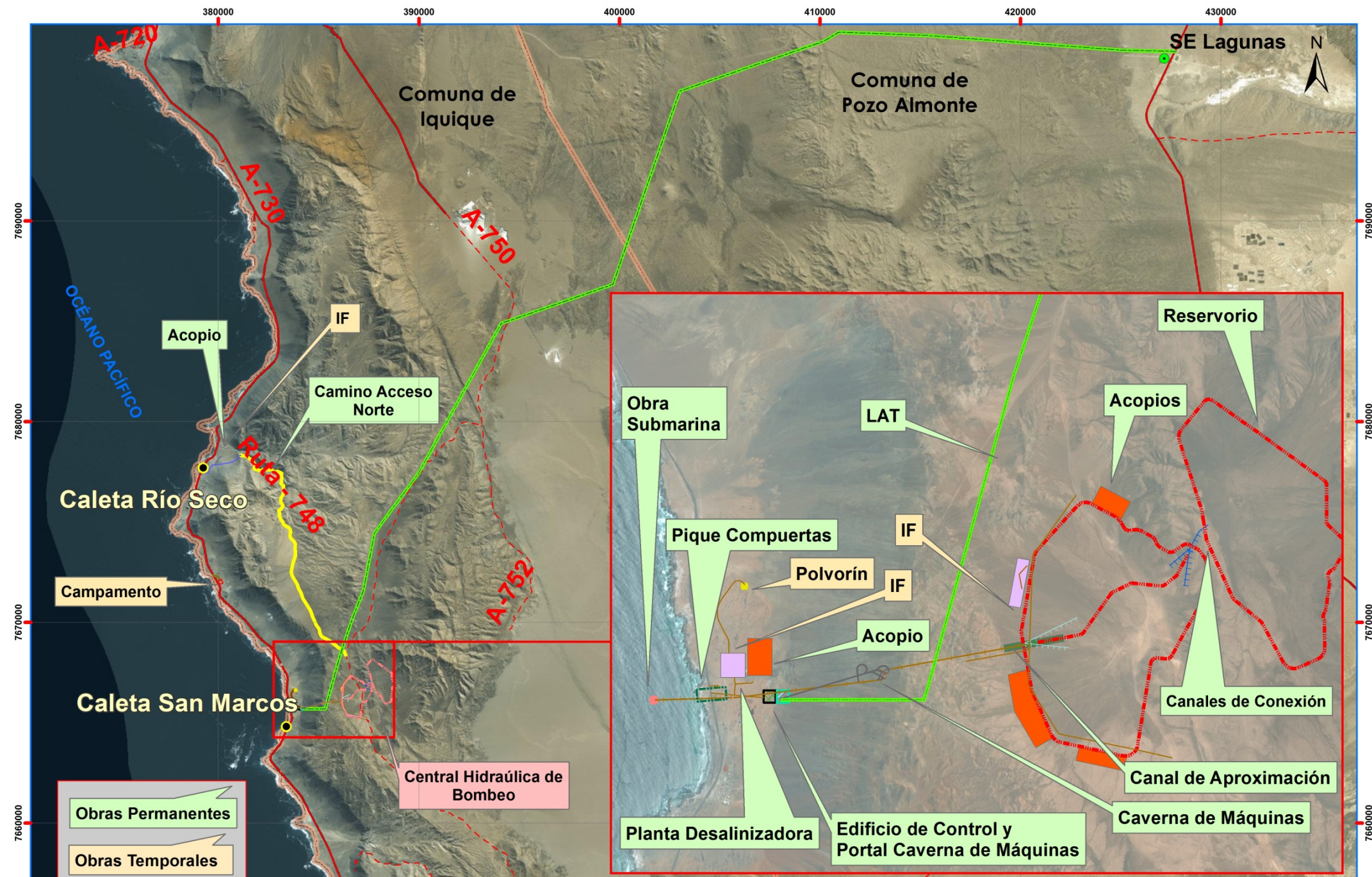
Región	Provincia	Comuna
Tarapacá	Iquique	Iquique
		Pozo Almonte

Fuente: Elaboración propia.

En el Capítulo 11 del EIA se presenta el análisis de la relación del Proyecto con las políticas, planes y programas de desarrollo actualmente vigentes a nivel regional y comunal.

En la siguiente figura se ilustra la ubicación general del Proyecto.

Figura 1-9: Ubicación General del Proyecto.



Fuente: Elaboración propia

1.3.2 Representación Cartográfica en Datum WGS84

En el Anexo 1.2 del Apéndice de este EIA, se presentan los planos de ubicación con las obras del proyecto.

En la tabla a continuación se presentan las coordenadas aproximadas de todos los sectores considerados por el Proyecto (en el Anexo 1.3 se presenta la tabla de coordenadas de las obras del proyecto en su totalidad).

Tabla 1-2: Coordenadas en Datum WGS84 U19.

Sector	Obras	Norte	Este
Submarino	Toma y descarga Submarina	7.665.687	383.105
Costa	Área de Operaciones	7.665.715	384.055
	Planta Desalinizadora	7.665.705	383.692
	Portales Costa	7.665.716	384.166
	Campamento	7.672.006	380.105
	Instalación de Faena para la fase de Construcción (Sector Costa - San Marcos)	7.665.973	383.753
	Acopio 4 (Sector Caleta San Marcos)	7.666.040	383.974
	Polvorín Costa	7.666.619	383.850
	Instalación de Faena Río Seco	7.678.456	380.183
	Acopio 5 (Sector Río Seco)	7.678.520	380.218
Subterráneo	Caverna de Máquinas	7.665.894	384.988
Meseta	Toma y Descarga Reservoirio (Canal de aproximación)	7.666.154	386.227
	Reservoirio	7.666.302	386.806
		7.667.093	388.122
	Instalación de Faena Reservoirio	7.666.648	386.104
	Polvorín 1	7.666.002	385.666
	Polvorín 2	7.665.973	383.741
	Acopio 1	7.667.308	386.862
	Acopio 2	7.665.205	386.782
	Acopio 3	7.665.616	386.182

Pampa	LAT	7.698.423	427.780
		7.698.514	424.782
		7.698.741	421.791
		7.698.969	418.800
		7.699.196	415.808
		7.699.321	412.811
		7.698.861	409.949
		7.697.879	407.114
		7.696.898	404.279
		7.694.897	402.464
		7.692.062	401.482
		7.689.227	400.501
		7.686.676	399.234
		7.685.686	396.402
		7.684.390	393.829
		7.681.765	392.377
		7.679.140	390.924
		7.676.587	389.359
		7.674.113	387.715
		7.671.188	387.075
		7.668.363	386.067
		7.665.688	385.102

Fuente: Elaboración propia.

1.3.3 Superficie del Proyecto

Las superficies aproximadas por sectores que ocuparán las obras del Proyecto Espejo de Tarapacá se observan en la tabla a continuación.

Cabe mencionar que se no se consideran áreas de circulación en torno a estas obras.

Tabla 1-3: Superficies Totales de las Obras Superficiales.

Sector	Obras		Temporalidad	Superficie (ha)
Submarino	Toma y Descarga Submarina		Permanente	0,04
Costa	Área de Operaciones		Permanente	2
	Planta Desalinizadora		Permanente	0,5
	Portales Costa		Permanente	0,02
	Instalación de Faena Construcción Campamento		Temporal	2,3
	Campamento		Temporal	
	Instalación de Faena para la fase de Construcción (Sector Costa - San Marcos)		Temporal	4
	Camino de acceso Sector Costa	Camino de acceso norte (Tramo Caleta Río Seco)	Permanente	10
		Empalme y camino hacia el Campamento	Temporal	0,2
		Empalme y camino a sector Edificio de Administración y Control	Temporal	0,25
		Camino de servicio al Área Acopios e Instalación de Faena del área Río Seco y en el sector San Marcos	Temporal	0,1
		Camino de servicio para el Área de Pique Compuertas en San Marcos	Temporal	0,1
		Camino de servicio a Acceso Polvorín	Temporal	0,4
	Área de Acopio sector Edificio de Administración y Control		Permanente	6
	Polvorín Costa		Temporal	0,09
	Línea de Transmisión Eléctrica de Media Tensión		Permanente	0,3
	Línea de Transmisión Eléctrica de Alta Tensión		Permanente	0,05
	Instalación de Faena Caleta Río Seco y Acopio		Temporal	10

Meseta	Portales Reservorio		Permanente	0,4
	Toma y Descarga Reservorio		Permanente	0,5
	Reservorio perímetro		Permanente	400
	Instalación de Faena Reservorio		Temporal	4
	Áreas de Acopios		Permanente	22
	Polvorín Reservorio		Temporal	0,18
	Caminos Sector Meseta	Camino Acceso Norte	Permanente	20
		Mejoramiento Ruta A-752	Permanente	
		By-pass ruta A-752 – Reservorio	Permanente	
		Caminos a los frentes de trabajo	Temporal	2
		Caminos desde Obras del Reservorio a Acopios	Temporal	1,5
	Panel de Control y Comunicación Reservorio		Permanente	0,005
	Línea de Media tensión		Permanente	6
	Línea de Alta Tensión		Permanente	46
Pampa	LAT		Permanente	
	Camino de Servicio Línea de Transmisión Eléctrica de Alta Tensión		Permanente	
	Frentes Móviles de Trabajo LAT		Temporal	0,1

Fuente: Elaboración propia.

1.3.4 Caminos de Acceso

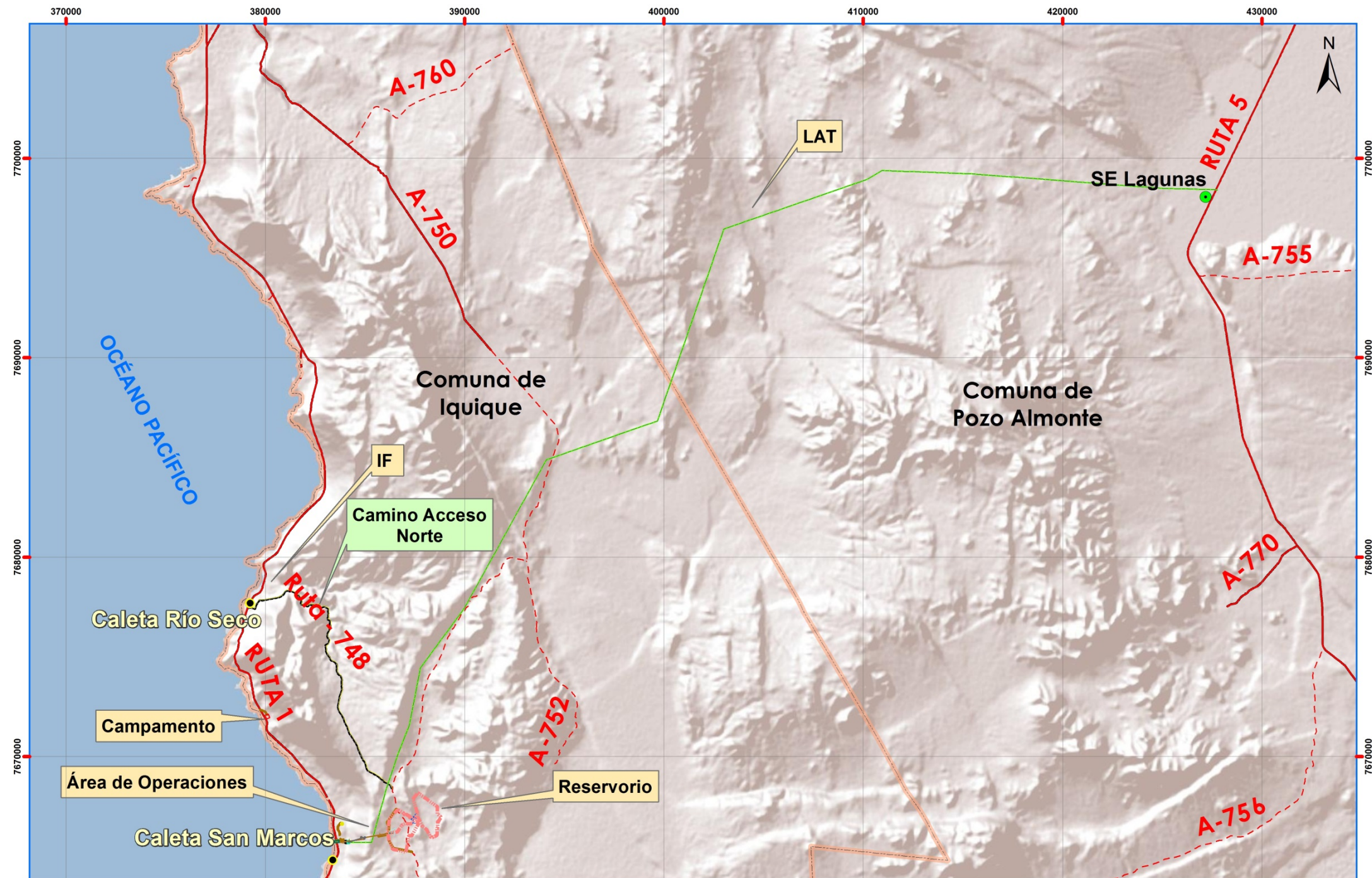
El acceso al área del proyecto se realizará por el norte de las instalaciones (Figura 1-10). El camino de acceso conectará con la ruta CH-1, asfaltada, con los distintos sectores del proyecto. Es así como, a la altura de la Caleta Río Seco, empalmará con un tramo nuevo de camino que llevará a la instalación de faenas y botadero del sector y subirá el farellón costero, por una huella no enrolada (748) hasta unirse con la ruta A-752. El camino proyectado tiene aproximadamente 15,5 km, de los cuales alrededor de 5 km serán de camino nuevo y el resto será un mejoramiento de una huella existente. Será de doble calzada, con carpeta de material granular y con un ancho aproximado de 8 m (pistas de 3 m y bermas de 1 m). En el sector del reservorio, sobre la ruta A-752 se construirá otra sección nueva de 5 km en reemplazo de la porción de esta ruta que quedará cubierta por el reservorio, con las mismas características:

doble calzada, con carpeta de material granular y con un ancho aproximado de 8 m (pistas de 3 m y bermas de 1 m).

Siguiendo al Sur de Río Seco, por la ruta CH-1 se accederá al sector del campamento, ubicado aproximadamente a 7,5 km al Norte de la caleta San Marcos. Por último, se accederá al sector costero de obras cercanas a la caleta San Marcos por la misma ruta CH-1. El terreno en que se desarrollará el proyecto pertenece al Ministerio de Bienes Nacionales y se encuentra en tramitación la solicitud para el uso de éste.

Mientras este camino de acceso no esté transitable, se utilizará como ruta alternativa la ruta CH-1 hasta su cruce con la ruta A-750, aproximadamente a 50 km al Sur de Iquique, continuando por la ruta A-750 hasta su cruce con la ruta A-752 a través de la cual se llegará a las obras del proyecto. Lo mismo se hará cuando por motivos de fuerza mayor o razones de seguridad no se pueda transitar por el camino de acceso planteado.

Figura 1-10: Caminos de Acceso al Proyecto.



Fuente: Elaboración propia

1.3.5 Justificación de la Localización

La localización del proyecto tiene directa relación con la combinación de condiciones naturales imprescindibles para el desarrollo de este Proyecto, a saber:

- Un farellón costero que provee el diferencial de cota necesario para la generación hidroeléctrica.
- Una depresión natural del terreno que permite la materialización de un reservorio.
- Cercanía al mar que permite disponer del recurso hídrico para la toma y descarga.
- Roca superficial en el fondo marino que permite la construcción subterránea.

1.4. Definición de las Partes y Obras Físicas del Proyecto

Obras Permanentes

Las obras permanentes están constituidas por un sistema de reservorios, que aprovechan las depresiones naturales del terreno, sus pretiles de circunvalación, su conexión mediante un sistema de canales, túneles y piques con los equipos de bombas/turbinas, las obras de toma/descarga de agua de mar, la Sub estación eléctrica y la línea de transmisión eléctrica de alta tensión. Además, incluyen el edificio de Administración y Control de la Central, túneles y galerías de acceso, líneas de alimentación eléctrica de media tensión, caminos de acceso, planta de tratamiento de aguas servidas, planta desalinizadora de agua de mar y una modificación de trazado de una ruta existente.

Se entrega a continuación una sucinta descripción de las obras permanentes del Proyecto, siguiendo para ello el trazado desde la zona de Reservorios hasta la descarga al mar. Hay que tener presente que, tal como ya se señaló, varias de estas obras tienen un carácter dual, ejerciendo funciones de obras de aducción o de descarga según sea el sentido del flujo del agua durante las fases de bombeo y de generación.

- Reservorios

Los Reservorios están constituidos por dos cuencas o depresiones naturales (Reservorio Oriente y Reservorio Poniente), ubicados en una meseta a unos 585 m de altura, de alrededor de 166 ha el primero y 208 ha el segundo, sumando una capacidad de almacenamiento máxima de alrededor de 54 millones de metros cúbicos de agua, considerando su cota máxima de operación de 608,5 m.

Ambas cuencas se interconectarán a través de un Canal de Conexión de aproximadamente 275 m de longitud y 7,5 m de ancho en su base, el que se divide, a su vez, en dos ramas, norte y sur, de 216 m y 300 m de longitud, respectivamente, con el fin de permitir alimentar independientemente las dos porciones, Reservoirio Nor-Poniente, de 81 ha de superficie y el Reservoirio Sur Poniente, de 127 ha de superficie, en que se subdivide el Reservoirio Poniente.

Con el fin de evitar de filtraciones del agua, los reservorios serán recubiertos con una membrana bituminosa altamente impermeable de un espesor mínimo de 2,5 mm.

Los Reservorios Oriente y Poniente irán rodeados en todo su perímetro por sendos pretils de tierra de alrededor de 6 km de longitud cada uno, de una altura variable de hasta 12 m y un ancho en su coronamiento de 6 m.

Asimismo, el Reservoirio Poniente se encontrará dividido en dos partes (Norte y Sur) por un Pretil Divisorio de alrededor de 1.350 m de longitud, 4 m de ancho en su coronamiento, lo que permitirá abordar el mantenimiento de ambas áreas por separado sin comprometer el funcionamiento de la Central.

En el Reservoirio Nor-Poniente se consulta, además, la construcción de un Canal de Desagüe de 133 m de longitud y de 5 m de ancho basal.

- Aducciones

El sistema de impulsión/aducción de la central estará compuesto de túneles y piques excavados en roca los que permitirán conducir el agua de mar desde los reservorios hasta los equipos de generación y viceversa.

El agua en los Reservorios Norte y Sur será conducida, mediante sendos Canales de Aproximación de 500 m y 350 m de longitud, respectivamente, y de un ancho basal de 10 m, que se unen al llegar a una Obra de Toma conformada por una estructura de hormigón que alojará 4 compuertas de 5 m de ancho y 3 m de alto. Tras la Obra de Toma, el agua es conducida por un canal común de alrededor de 135 m de longitud hasta el Túnel de Impulsión/Aducción Superior.

El Túnel de Impulsión/Aducción Superior se inicia en un portal de hormigón y tendrá una sección transversal de excavación aproximada de 30 m², una pendiente de alrededor de un 13% y una longitud aproximada de 885 m, medida entre el portal y el Pique en Presión. Con un ancho basal entre 5,4 m y 5,8 m y una altura también entre 5,4 m y 5,8 m, irá reforzado con elementos de sostenimiento de distintas características, según sea la calidad y capacidad de soporte natural de la roca. Adicionalmente, tanto en los primeros 30 m, en que se excavará en suelo, como en las zonas en que las condiciones de la roca así lo requieran, irá recubierto

interiormente con hormigón, dejando siempre una sección de escurrimiento del agua de 5 m de diámetro.

El Pique en Presión, dispuesto en forma vertical, tendrá 4,9 m de diámetro y alrededor de 502 m de longitud y conducirá las aguas desde el Túnel de Impulsión/Aducción superior hacia el Túnel de Impulsión/Aducción Inferior y, a través de éste, hacia las Turbinas ubicadas en la Casa de Máquinas. En el modo bombeo, dichas conducciones permitirán conducir el agua de mar hasta los reservorios.

Inmediatamente antes del inicio del Pique en Presión se contempla la construcción de una Chimenea de Equilibrio, consistente en un pique vertical de 4,9 m de diámetro y de 103 m de longitud, revestido interiormente con hormigón proyectado, precedido de una Galería de una sección transversal aproximada de 20 m², una inclinación aproximada de un 13% y alrededor de 535 m de longitud hasta aflorar a la superficie. Ambas obras tienen por objeto absorber los bruscos cambios de presión del agua ocurridos durante los fenómenos transcientes de la operación de la Central, producidos por tomas y rechazos de carga bruscos del sistema. La Galería, además, permite contar con un frente de trabajo adicional para la construcción de la Chimenea de Equilibrio.

Al pie del Pique, en que se prevé la excavación de una trampa de piedras, se inicia el Túnel de Impulsión/Aducción Inferior, el que tendrá un primer tramo de alrededor de 37 m de longitud, 5,4 m de ancho basal y 5,4 m de altura con sección arco de medio punto, sin blindaje de acero y reforzado con elementos de sostenimiento de distintas características, según sea la calidad y capacidad de soporte de la roca. Le seguirá un segundo tramo con blindaje interno de acero de 3,25 m de diámetro de aproximadamente 80 m de longitud, el que se divide, a unos 38 m antes del eje de la Caverna de Máquinas, en tres Ramales de Aducción de 3,6 m de ancho basal y 3,6 m de altura, con sección arco de medio punto, blindado interiormente mediante una tubería de acero de 2,0 m de diámetro, las que conducen hacia las tres bombas/turbinas. Impulsadas por el agua, las turbinas accionan sendos Generadores de electricidad de 100 MW cada uno.

A la salida de la Caverna de Máquinas, el agua es evacuada mediante tres Ramales de Descarga constituidos por túneles de medio punto de un ancho basal de 4,2, blindados los primeros 46,5 m con una tubería de acero de 2,75 m de diámetro interior y que, aproximadamente a unos 95 m del eje de la caverna, confluyen en un Túnel de Toma/Descarga de alrededor de 1.830 m de longitud, de 5 m de ancho basal y 6 m de altura con sección arco de medio punto. Dicho túnel, fortificado en las zonas en que la calidad de la roca así lo requiera, prosigue más allá de la línea de playa bajo el lecho marino, para terminar en la Obra de Toma/Descarga Submarina, situada aproximadamente a 15,5 m bajo el nivel del mar y aproximadamente a 340 m de la costa. Esta obra se encuentra constituida por un anillo de

hormigón de 1 m de altura, 16 m de diámetro exterior anclado sobre la roca del fondo marino y rodeado lateral y superficialmente por una reja de 5 cm de apertura entre barras y apoyada sobre una serie de pilares de bronce marino.

Inmediatamente bajo la Obra de Toma Marina está consultado un ensanchamiento en el Túnel de Toma/Descarga de 35 m de longitud para permitir recibir y contener el material del Tapón de Roca que se deja durante la ejecución del túnel de descarga y que, posteriormente, es excavado con el método de “tiro noruego”.

En su recorrido, en tierra firme y aproximadamente a 280 m de la costa, tierra adentro, el Túnel de Toma/Descarga asciende hasta llegar a un punto alto, aproximadamente a 30 m de la superficie, lugar desde el cual se desarrolla el Pique de Compuertas, excavación vertical de sección elipsoidal de 5 m x 8 m. En este pique se encuentran alojadas las compuertas deslizantes (Stoplogs) que permiten evitar el ingreso del agua de mar al Túnel de Descarga cuando así se requiera por motivos de mantenimiento u otros.

Complementado las aducciones y obras antes mencionadas, aproximadamente a 105 m aguas abajo del eje de la Caverna de Máquinas y perpendicular al Túnel de Descarga, se contempla la construcción de una Chimenea de Equilibrio Hidroneumática, consistente en una caverna de aproximadamente 152 m de longitud, 5 m de ancho basal y 6 m de altura, con sección arco de medio punto.

En los puntos de entrada de cada uno de los túneles, galerías y ventanas se consulta la construcción de Portales de Acceso, obras de hormigón armado que permiten asegurar la estabilidad del suelo y proteger el acceso de la caída de rocas o tierra superficiales.

- Caverna de máquinas

La Caverna de Máquinas, de 14 m de ancho máximo, 62 m de longitud y 29 m de altura, se encuentra excavada a una profundidad aproximada de 620 m bajo la superficie, a unos 1.570 m de la costa, cuya cota inferior se ubica aproximadamente a 50 m bajo el nivel del mar. En su interior se dispone la Casa de Máquinas, edificio estructurado en cuatro niveles. El nivel superior lo constituye el Piso Principal o Patio de Montaje, al cual se accede a través del Túnel de Acceso. Los siguientes tres niveles, Piso de Generadores, Piso de Turbinas y Piso de Válvulas, alojan los equipos motor/generador, bombas/turbinas y válvulas, respectivamente.

Las bombas/turbinas reversibles serán de una sola etapa para privilegiar la eficiencia del conjunto que se estima en 90%.

Los motores/generadores serán del tipo sincrónico, polos salientes y su bobinado refrigerado por intercambiadores aire-agua, con su salida en 12 KV.

Se considera, además, un sistema de agua de enfriamiento de circuito cerrado, el que dispondrá de un sistema intercambiador agua-agua a base de agua de mar como fuente de enfriamiento.

Inmediatamente antes de la entrada a cada turbina, se contempla la instalación de una Válvula Esférica que permite aislarla hidráulicamente del sistema de aducción, en tanto alrededor de 38 m aguas abajo de ella se instala una Válvula Mariposa, alojada en un Pique de Válvulas, que permite aislarla hidráulicamente del Túnel de Toma/Descarga.

- Caverna de transformadores

La Caverna de Transformadores se encuentra ubicada de modo paralelo a la Caverna de Máquinas, a una distancia de 38 m aguas abajo de ella. Se encuentra conformada por una excavación de 62 m de largo, 6,5 m de ancho y 14 m de alto, y tres excavaciones adicionales, cada una de 8 m de ancho, 12 m de alto y 12 m de largo, adosadas a ella, y en que se alojarán cada uno de los transformadores de poder al que se conecta el respectivo motor/generador. Los transformadores de poder serán de diseño convencional, aislados en aceite, refrigerados por agua y conectados a la S/E GIS mediante barras encapsuladas.

Desde la Caverna de Transformadores se desarrollan tres Galerías de Cables, de 4 m de ancho y de alto y una longitud de alrededor de 20 m, que la comunican con la Caverna de Máquinas y que alojan los cables, interruptores y otros equipos eléctricos para transportar la energía generada hasta los transformadores.

- Subestación Eléctrica (S/E)

En la parte superior de la Caverna de Transformadores está prevista la instalación de una Subestación Eléctrica encapsulada tipo GIS.

- Ventanas, galerías o túneles de acceso

Tanto con el fin de tener acceso a las obras subterráneas durante la fase de operación de la Central y permitir el ingreso/salida de sus equipos, como para tener frentes de trabajo durante su construcción, está prevista la construcción de diversos túneles o galerías, a saber:

- a) Túnel de Acceso a la Caverna de Máquinas, de aproximadamente 833 m de longitud total, sección arco medio punto de 5 m de ancho basal y 6 m de altura, con sección de arco de medio punto, y que permite acceder a la Caverna de Transformadores, a la Caverna de Máquinas y, mediante una Galería de igual sección y de alrededor de 140 m de longitud, al Túnel de Impulsión/Aducción Inferior y al Pique en Presión. Para aislarla hidráulicamente durante el período de operación de la central, se prevé la construcción de un tapón de alrededor de 14 m de longitud, dotado de un blindaje de acero de 3,35 m

de diámetro y de una escotilla metálica. Su Portal se encuentra ubicado en el sector costero, a unos 600 m de la ruta costera CH-1.

- b) Galería a Túnel de Toma/Descarga y al Pique de Compuertas, de aproximadamente 100 m de longitud, 5 m de ancho y 6 m de altura, con sección de arco de medio punto, y por la que se puede acceder al Túnel de Toma/Descarga a 10 m aguas arriba de la base del Pique de Compuertas.
- Línea de Transmisión Eléctrica de Alta Tensión (LAT) y conexión a Subestación Lagunas

La energía generada será evacuada de la Central mediante una LAT que se inicia en la S/E GIS, discurre mediante cables de alta tensión, debidamente protegidos, por el Túnel de Acceso a la Caverna de Máquinas y, tras salir a la superficie en el Portal, asciende el farellón costero apoyada en torres de estructura metálica, para proseguir posteriormente por la meseta superior y la pampa hasta llegar a la Sub Estación Lagunas del Sistema Interconectado del Norte Grande (SING), a la cual se conectará. La longitud total estimada de la LAT es de 65 km, será de doble circuito, tendrá una tensión nominal de 220 kV y una capacidad de transmisión nominal de 300 MVA.

Los trabajos de conexión a la Subestación Lagunas serán de responsabilidad de la Empresa propietaria de la red troncal de transmisión del SING.

- Edificios, patios y bodegas

Adyacente al portal del Túnel de Acceso a la Caverna de Máquinas se construirá el Edificio de Administración y Control desde el cual se efectúa y controla la operación de la Central.

Este edificio tendrá una superficie de alrededor de 330 m², será de 2 pisos, con estructura de hormigón armado y tabiquería interior y alojará la sala de operación y control de la Central, oficinas, sala de reuniones y servicios.

A un costado de éste se construirá el Edificio de Taller y Bodega en donde se ubicarán bodegas para repuestos, el pañol de herramientas y equipamiento eléctrico general, y un equipo generador diésel de 500 kVA necesario para permitir las “partidas en negro” de la Central en casos de una caída general del servicio eléctrico (Black Out) en el SING.

Distribuidos entre ambos edificios habrá estacionamientos para equipos livianos y pesados.

Aledaño al Edificio de Taller y Bodega se mantendrá un patio de residuos domiciliarios e industriales de 2 m de largo y 3 m de ancho, debidamente cercado, y una bodega de acopio temporal de residuos peligrosos de 2 m de largo y 2 m de ancho para mantener los residuos producidos durante la operación de la Central hasta su retiro y disposición en un lugar autorizado.

Se prevé, además, la habilitación de un estanque para el almacenamiento del petróleo que requerirá el generador diésel de partida en negro antes señalado.

- Sistema de Abastecimiento de Agua Potable (Planta Desalinizadora)

Para el abastecimiento de agua potable tanto durante el lapso de construcción como durante el período de operación de la Central, está consultada la construcción de una Planta Desalinizadora de Agua de Mar, que se ubicará próxima al Pique de Compuertas. Esta Planta tendrá una capacidad máxima de producción de 5 l/s y ocupará una superficie aproximada de 120 m². Se podrá poner a disposición de la comunidad de San Marcos un cierto porcentaje de dicho caudal, siendo responsabilidad de aquella los costos de producción, distribución y desinfección, según se da cuenta en el Capítulo 15 de Compromisos Voluntarios.

- Planta de Tratamiento de Aguas Servidas

El Proyecto considera la construcción de una Planta de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS) de tipo modular para el Edificio de Administración y Control, de tipo lodos activados con aireación extendida, de una capacidad variable que permita ajustarse a los cambios en la dotación de personal.

- Líneas de Transmisión Eléctrica de Media Tensión

Desde la línea de distribución eléctrica existente, frente a la localidad de Río Seco, se construirá una línea de media tensión, en 23 kV, hasta el sector de la Obra de Toma del Túnel de Aducción Superior, con una longitud aproximada de 20 km la que suministrará tanto la energía eléctrica requerida tanto durante la construcción de las obras en la zona de la meseta como la energía necesaria para operar las compuertas de la Obra de Toma durante el funcionamiento de la Central.

Asimismo se prevé la construcción de una línea de media tensión, en 23 kV, desde la misma línea de distribución existente hasta el Edificio de Administración y Control y hasta los portales del Túnel de Acceso a la Caverna y hasta el pique de compuertas, en Caleta San Marcos, con una longitud total estimada de 1 km.

- By-pass Ruta A-752

Dado que el Reservorio inundará una porción de la Ruta A-752, se contempla la construcción de un By-Pass de aproximadamente 5 km de longitud, en reemplazo de la porción de esta ruta comprometida por el reservorio, la que contará con doble calzada de 3 m por pista más bermas de 1 m de ancho y carpeta de material granular.

- Caminos de acceso y para mantenimiento

Para el acceso al área de los reservorios se tiene previsto la construcción de un camino, Camino de Acceso Norte, que conectará la ruta CH-1, en las inmediaciones de la caleta Río Seco, con una huella existente, que será mejorada, y que sube el farellón costero hasta unirse con la ruta A-752.

Así, este camino tendrá aproximadamente 16 km, de los cuales los primeros 5 km estarán constituidos por un camino nuevo y los 11 km restantes serán un mejoramiento de una huella existente. Será de doble calzada, con carpeta de material granular y con un ancho aproximado de 8 m (pistas de 3 m y bermas de 1 m).

Además se prevé la construcción de un camino de acceso de alrededor de 1.000 m desde la Ruta CH-1, frente a la Caleta San Marcos, hasta el Edificio de Administración y Control y el Portal del Túnel de acceso a la Caverna de Máquinas, la construcción de un camino de alrededor de 200 m hasta el portal de la galería de acceso al pique de compuertas y un camino de alrededor de 150 m hasta el brocal del pique de compuertas. En la zona de la meseta, se prevé la construcción de 4 tramos cortos que totalizan 1.100 m de caminos que, partiendo en el By-pass de la Ruta A-752, terminan en el portal de la Chimenea de Equilibrio, el pretil del reservorio sur-poniente y el Portal del Túnel de Aducción Superior.

Para la construcción y posterior mantenimiento de la LAT se consulta la construcción de un camino de alrededor de 65 km de longitud, que en gran parte irá dentro de la franja de seguridad de esa línea, y que discurre desde un punto cercano a la Obra de Toma del Túnel de Aducción Superior hasta la Subestación Lagunas.

- Acopios

Tanto el material proveniente principalmente de la excavación de los túneles, galerías, cavernas y piques, conocido con el nombre de “marina”, como el excedentes no reutilizable originado en la excavación de las obras superficiales (caminos, canales, instalaciones de faena y otras) se depositará en Acopios de Marina situados en sitios habilitados para el efecto en los siguientes lugares:

- a) Sector Río Seco, de aproximadamente 1 ha, aproximadamente a 1.200 m del Camino Acceso Norte.
- b) Sector aledaño al Edificio de Administración y Control San Marcos, de aproximadamente 6 ha.
- c) Acopio 1 ubicado al norte del Reservorio Poniente, de aproximadamente 4,4 ha.
- d) Acopio 2 ubicado al sur del Reservorio Poniente, de aproximadamente 6 ha.
- e) Acopio 3 ubicado al oriente del Reservorio Poniente, de aproximadamente 12 ha.

Obras Temporales

Dentro de las obras temporales requeridas para la construcción de las obras se distinguen principalmente las siguientes:

- Caminos de construcción

Con el fin de tener acceso a las áreas en que se construirán las obras del Proyecto se tiene previsto la construcción de los caminos de servicio que se detallan en la tabla a continuación:

Tabla 1-4: Caminos de Construcción.

Origen	Destino	Longitud m
Ruta CH-1, 6,5 km al sur de Caleta Río Seco	Campamento Contratista, 7,5 km al norte Caleta San Marcos	100
Camino Acceso Norte	Acopio	1.100
Camino de Acceso a Portal Túnel de Acceso	Instalación de Faenas, en Caleta San Marcos	100
Instalación de faenas Caleta San Marcos	Polvorín	900
By Pass Ruta A-752	Polvorín	500

Fuente: Elaboración propia.

- Campamento del personal de construcción

Se consulta la construcción de un campamento para el alojamiento de hasta 500 personas durante la construcción de la Central, el que se ubicará a 7,5 km al norte de la Caleta San Marcos, al oriente de la ruta CH-1, ocupando una superficie aproximada de 4 ha.

El campamento contará de oficinas, área de recreación, edificio de alojamiento, sala de primeros auxilios, casino, servicios higiénicos, sistema de abastecimiento de agua mediante camiones aljibe, área de almacenamiento y gestión de residuos, estacionamiento de vehículos; bodegas de herramientas y de equipos de protección personal y una planta modular de tratamiento de aguas servidas.

- Instalación de faena fija de los contratistas

Se prevé la construcción de cuatro áreas para las instalaciones de faenas fijas de los Contratistas. La primera estará ubicada en el sector de Caleta San Marcos, aproximadamente a una distancia de 300 m de la Ruta CH-1 y que usará una superficie de 4 ha; la segunda en el sector del Reservorio Nor-Poniente a unos 300 m al norte del portal de acceso del Túnel de Aducción, ocupando también un área de aproximadamente de 4 ha; la tercera, a unos 1.200 m del Camino de Acceso Norte en el sector de Río Seco que utilizará una superficie aproximada

de 1 ha y la cuarta, aledaña al sector del Campamento para el personal de Contratistas, ocupando temporalmente una porción del terreno de 4 ha que utilizará el Campamento del personal de Construcción.

Las dos primeras instalaciones de faena contarán con oficinas, baños y sala de cambio; comedor; bodegas y talleres; planta de hormigón; estanques de Combustible; bomba despacho de combustible; patios y bodegas de almacenamiento de materiales; área de lavado de equipos; patio acopio de áridos para hormigón; planta de tratamiento de aguas servidas; estanques de agua (para agua potable e industrial); patio de residuos industriales y de residuos peligrosos; talleres de mantenimiento de equipos; estacionamientos.

La tercera, estará dotada de oficinas; estacionamientos; baños químicos; bodegas para materiales; patio de residuos domiciliarios e industriales y dos estanques de combustible con una capacidad de 2.000 l cada uno.

La cuarta, que se utilizará para la construcción del Campamento, dispondrá de oficinas administrativas, baños químicos, bodegas para el almacenamiento de materiales, tambores para residuos domésticos, patio para residuos de la construcción, estacionamientos y áreas para el almacenamiento temporal de materiales y equipos para la construcción.

- Frentes de trabajo

El Proyecto consulta también la habilitación de diferentes frentes de trabajo en que se dispondrá de algunas instalaciones tipo container dotadas de oficina, baños químicos y áreas para acopio de materiales y/o equipos.

Tales instalaciones se habilitarán en las áreas de los portales de los túneles (túnel de aducción, chimenea de equilibrio superior, galería acceso pique de compuertas y túnel de acceso caverna de máquinas) y en la zona del canal de conexión de los reservorios oriente y poniente

En el caso de los frentes de trabajo correspondientes a la Línea de Transmisión de Alta Tensión y del camino que unirá Río Seco con la ruta A-752, se implementarán instalaciones móviles que se irán reubicando según sea el avance de las obras. Estarán dotadas de oficina, baños químicos, agua potable abastecida mediante bidones, sitio de almacenamiento de residuos domésticos e industriales, contenedores para almacenar residuos peligrosos, estacionamientos para vehículos livianos y pesados y área para el almacenamiento de materiales de construcción.

- Polvorines

Para el resguardo y despacho de los explosivos que se utilizan en las excavaciones se ha previsto la construcción de hasta 3 polvorines en terrenos de 900 m² de superficie, debidamente

cercados, para atender las obras en la zona de la costa y en la zona de la meseta. El primero estará ubicado a unos 500 m al norte de la Instalación de Faena de Caleta San Marcos y a 400 m de la Ruta CH-1; el segundo, a unos 400 m al nor-poniente del portal del Túnel de Aducción y a 300 m del By-Pass de la Ruta A-752 y el tercero en el tercio sur del Reservorio - Sur Poniente a unos 400 m del By-Pass.

- Líneas de Transmisión Eléctrica de Media Tensión (LMT)

Para el suministro eléctrico del campamento, instalaciones de faena y frentes de trabajo para la construcción se prevé la construcción de las siguientes líneas eléctricas de media tensión, en 23 kV, con sus correspondientes transformadores, conectadas a la línea de distribución de la concesionaria local que discurre paralela a la ruta CH-1 y a la línea de media tensión que se construirá hacia el Reservorio Poniente:

- a) Alrededor de 100 m para la alimentación del Campamento de los Contratistas.
- b) Un total de cerca de 1.400 m, desde la línea existente hasta la Instalación de Faenas, el Edificio de Administración y Control, el brocal del Pique de Compuertas, los portales del Túnel de Acceso a la Caverna y de la Galería de Acceso al pique de compuertas, en Caleta San Marcos.
- c) Alrededor de 1.100 m para alimentar la Instalación de Faenas en el sector de Río Seco, la que se desarrollará paralelo al camino de servicio respectivo.
- d) Alrededor de 1.000 m que va desde la línea de media tensión que alimentará el sector del Reservorio Poniente hasta el portal de la galería de la Chimenea de Equilibrio y hasta el portal del Túnel de Impulsión/Aducción Superior.

Tal como se mencionó anteriormente, el proyecto será descrito por sectores ambientales:

- Sector Submarino
- Sector Subterráneo
- Sector Costa
- Sector Meseta
- Sector Pampa

1.4.1 Sector Submarino

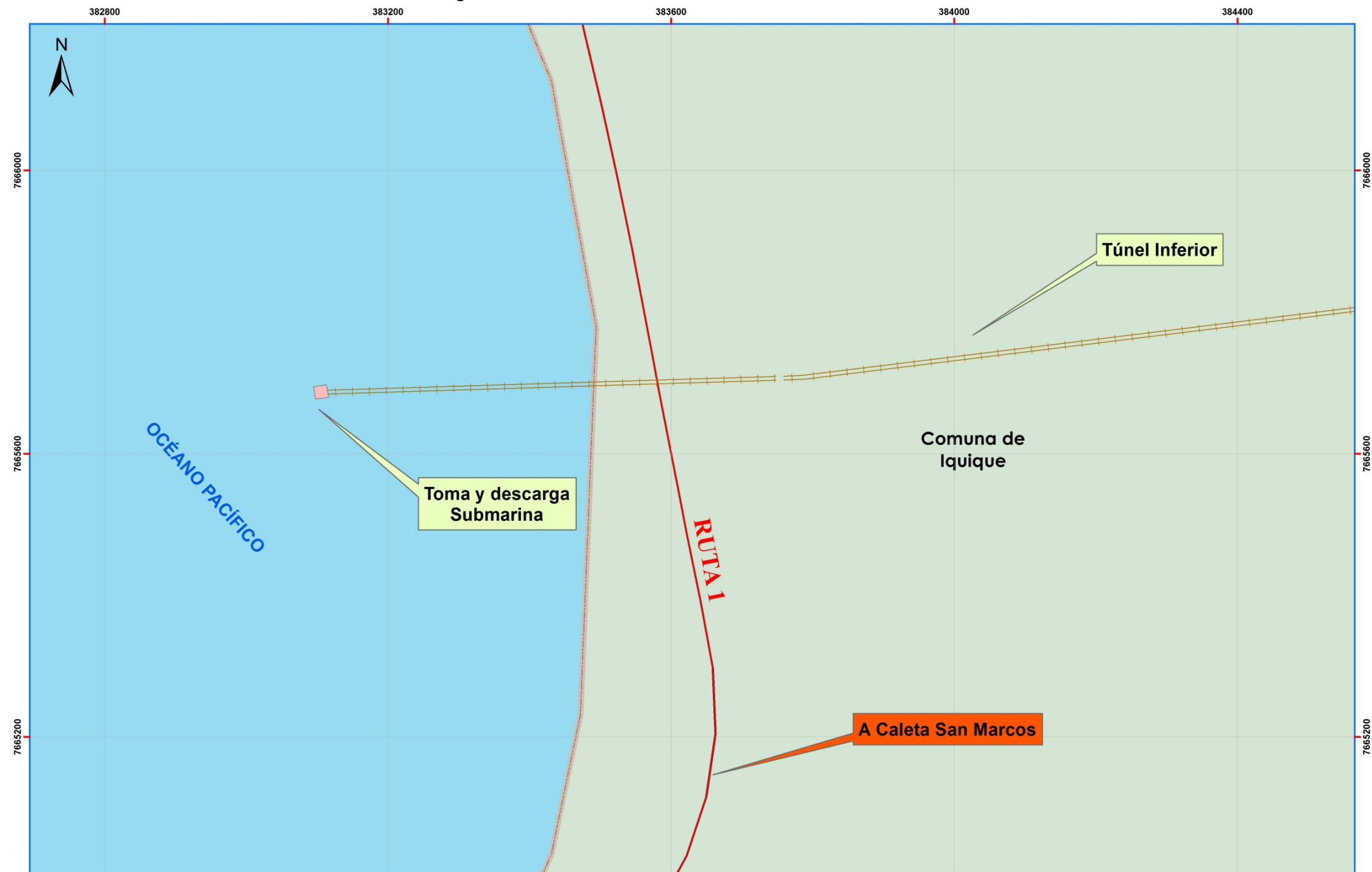
A continuación en la Tabla 1-5, se indican las principales obras del Sector Submarino y sus respectivas partes.

Tabla 1-5: Lista de Obras Sector Submarino.

Lista de Obras		Temporalidad	Referencia Superficial
Obras	Detalle de Obras		
Toma y Descarga Submarina	Toma y Descarga Submarina	Permanente	Caleta San Marcos

Fuente: Elaboración propia.

Figura 1-11: Ubicación Referencial de Obras Sector Submarino.



Fuente: Elaboración propia

1.4.1.1 Obras Toma y Descarga Submarina (Sector Submarino)

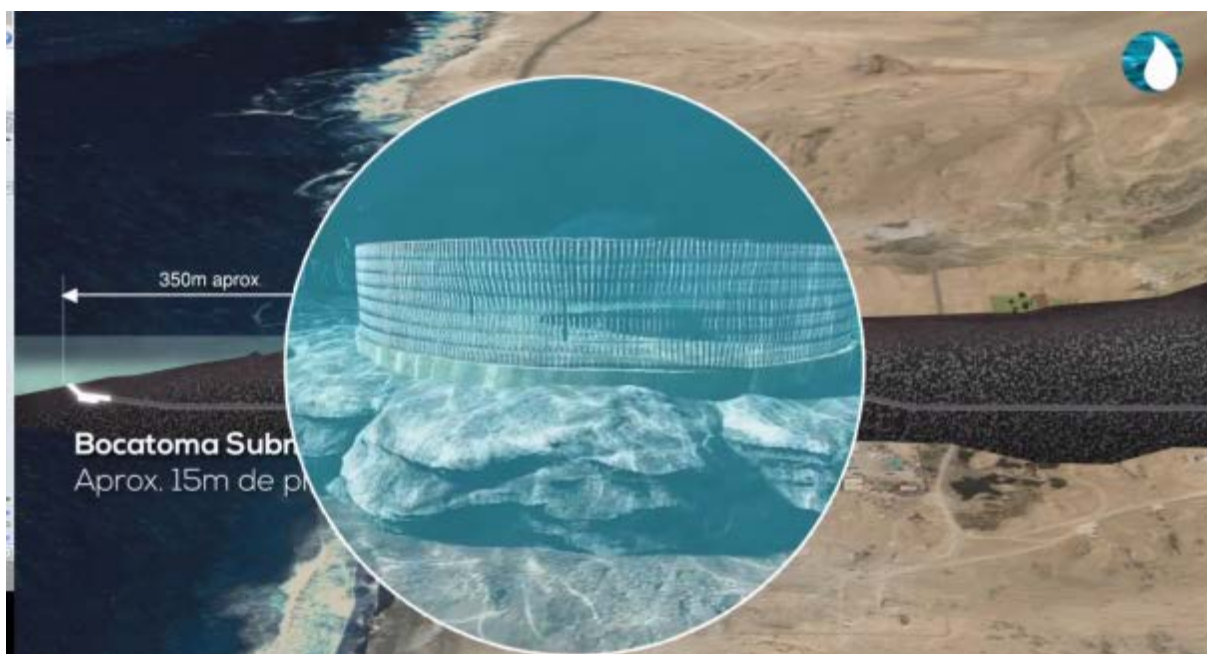
i. Toma y Descarga Submarina

La obra de toma y descarga submarina se encuentra situada aproximadamente a -15,5 m.s.n.m. y cuenta con una estructura que la rodea con un diámetro 16 m, altura total 6 m, tapa sólida de 10 m de diámetro y el resto es reja para llegar a los 16 m de diámetro de la jaula. La base tiene 1 m de hormigón y sobre esa una reja de 5 m de altura con pletinas de 1 cm cada una a 5 cm de distancia. Su ubicación coincide con un sector de fondo marino que corresponde a afloramientos de roca bastante pareja lo que permite construir las obras del proyecto en forma subterránea. Desde esta obra, se toma el agua para ser transportada al reservorio a través de un sistema de bombeo durante el día y a través de esta misma, se realiza la descarga al mar para generar electricidad, durante la noche.

La bocatoma que aflorará al fondo submarino desde el túnel inferior, se ubica a 340 m de la costa y presenta un diámetro de 5 m, aproximadamente.

A continuación la Figura 1-12 ilustra la obra de toma y descarga submarina.

Figura 1-12: Obra de Toma y Descarga Submarina.



Fuente: Elaboración propia.

1.4.2 Sector Subterráneo

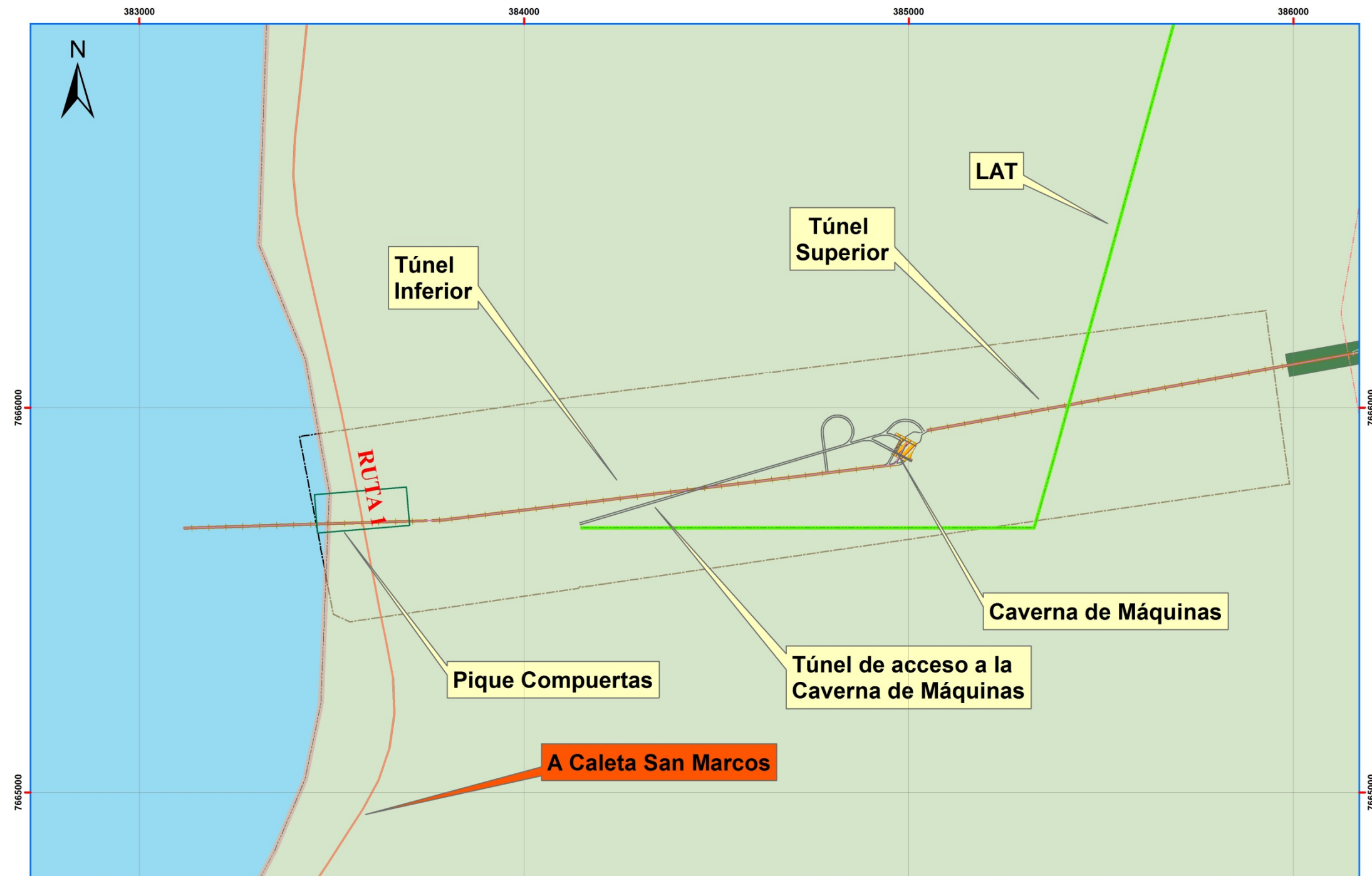
Tabla 1-6: Lista de Obras Sector Subterráneo.

Lista de Obras		Temporalidad
Obras	Detalle de Obras	
Túnel inferior	Túnel Inferior	Permanente
	Pique de compuertas del Túnel Inferior	Permanente
	Ventana de acceso a pique de Compuertas del Túnel Inferior	Permanente
	Chimenea de Equilibrio Inferior	Permanente
Caverna de Máquinas	Caverna de Máquinas	Permanente
	Trifurcaciones	Permanente
	Caverna de Transformadores	Permanente
	Subestación Eléctrica	Permanente
	Túnel de Acceso a las Cavernas de Máquinas	Permanente
	Línea de Alta Tensión	Permanente
Pique en presión	Pique en Presión	Permanente
Túnel Superior	Túnel Blindado o en Presión	Permanente
	Chimenea de Equilibrio Superior	Permanente
	Túnel Superior	Permanente

Fuente: Elaboración propia.

En la figura siguiente se muestra la ubicación referencial de las obras en el Sector Subterráneo.

Figura 1-13: Ubicación Referencial de Obras Sector Subterráneo.



Fuente: Elaboración propia

1.4.2.1 Obras Túnel Inferior

i. Túnel Inferior

Debido a que Túnel Inferior está en una zona de bajas presiones interiores y que la calidad de la roca lo permite, en general se contempla no revestir este túnel con hormigón moldeado. Los sostenimientos de la excavación serán de acción permanente y son diseñados para toda la vida útil del proyecto.

El túnel inferior tiene una longitud de 1830 m, aproximadamente, y está constituido por 7 secciones.

La primera sección, se encuentra bajo la obra de toma y descarga, y presenta una inclinación de 71° y una longitud aproximada de 35 m. Esta primera sección se logra a través del método constructivo “Tiro Noruego”, el cual tiene por objeto volar el tapón rocoso y conectar el interior del túnel con la salida al mar, mediante tronadura controlada. En el codo que une las dos primeras secciones del túnel inferior, mencionadas anteriormente, se ubicará la trampa de piedras, consistente en una cavidad que tiene por objetivo recibir los fragmentos de roca del fondo marino que se desprenderán al realizarse la conexión submarina mediante una tronadura controlada, de modo de no obstruir el Túnel Inferior y permitir el adecuado ingreso y salida de agua para el bombeo y generación, respectivamente.

Debido a que Túnel Inferior está en una zona de bajas presiones interiores y que la calidad de la roca lo permite, en general se contempla no revestir este túnel con hormigón moldeado. Los sostenimientos de la excavación serán de acción permanente y son diseñados para toda la vida útil del proyecto.

A continuación en la Tabla 1-7, se indican las principales características de cada tramo del túnel inferior.

Tabla 1-7 Características Tramos de Tunel Inferior.

Tramo	Inclinación (%)	Longitud (m)
1 (*)	71	35
2	16	81
3	0,2	114
4	10	396
5 (**)	0,5	22
6	10	390
7	0,1	792

(*) Salida al mar; (**) Pique Compuerta

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 1-12 se muestra el esquema del Túnel Inferior o de Descarga.

Figura 1-14: Esquema Túnel Inferior o de Descarga.



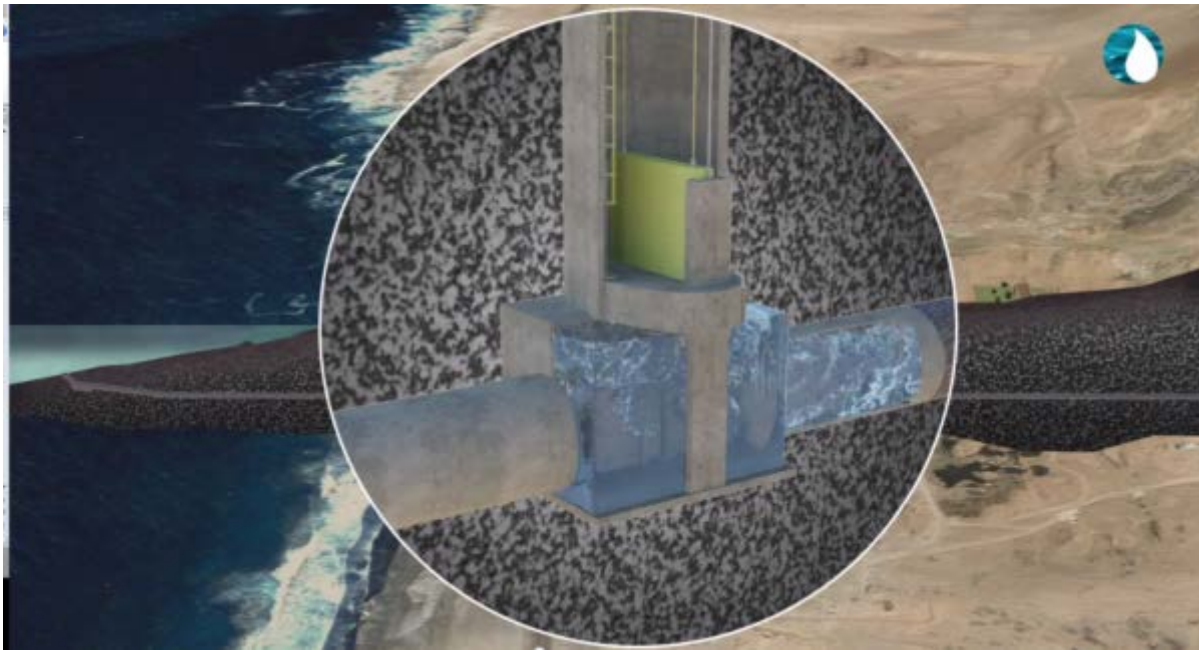
Fuente: Elaboración propia.

ii. Pique de Compuertas del Túnel Inferior

El Pique de Compuertas tiene como función permitir el cierre de las compuertas tipo Stoplog que se abren y cierran para controlar el paso del agua por dicho túnel.

El pique es vertical, de sección elipsoidal de 5 x 8 m, se inicia en la superficie a la elevación 20 m.s.n.m. y tiene una altura total de aproximadamente 30 m.

Figura 1-15: Esquema Pique Compuertas Túnel Inferior.



Fuente: Elaboración propia.

iii. Ventana de acceso a Pique de Compuertas del Túnel Inferior

El proyecto contempla como complemento para ejecutar la construcción del Túnel Inferior, hacer una Ventana (Acceso) en la zona de Pique de Compuerta. Esta Ventana de construcción se desarrolla desde la superficie hasta llegar al Túnel Inferior, al oriente del Pique de Compuertas. En su primer tramo tiene un portal de entrada (excavación abierta con estructura para contener el terreno) desde donde se inicia un túnel de 16 m² de sección nominal.

iv. Chimenea de Equilibrio Inferior

Esta obra tiene por objeto absorber los fenómenos transcientes de la operación de las centrales (tomas y rechazos de carga) y consiste en un túnel ciego construido desde el túnel inferior, con una longitud de 152 m, un diámetro de 5 m, 6 metros de altura y una pendiente aproximada de

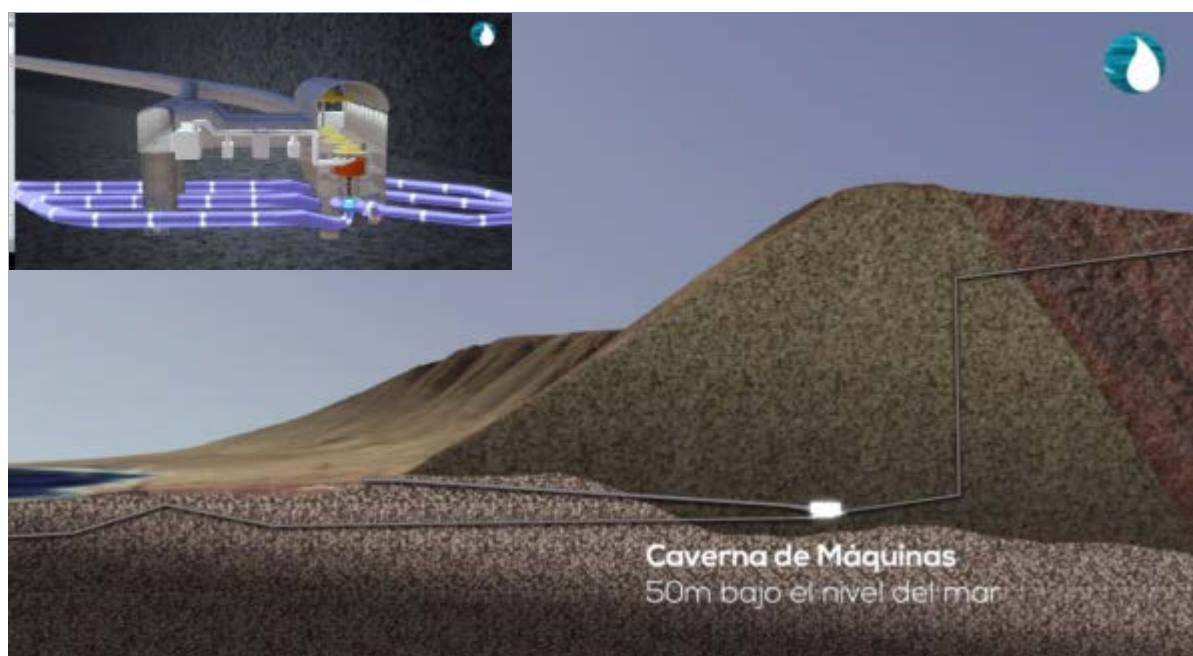
13%. Esta chimenea será de tipo hidroneumática, con un volumen de diseño de 300 m³ útiles, que utilizará compresores para reponer fugas de aire y estará ubicada unos 50 m al poniente de la Caverna de Máquinas.

1.4.2.2 Obras Caverna de Máquinas

i. Caverna de Máquinas

La Caverna de Máquinas tiene como función contener en su interior los equipos de generación (o bombeo) correspondientes a las turbinas-generadores; las válvulas de cierre de la Aducción y todos los equipos auxiliares.

Figura 1-16: Esquema Ubicación Caverna de Maquinas.



Fuente: Elaboración propia.

Dentro de la caverna se encuentra la casa de máquinas estructurada en los siguientes niveles:

- Piso Principal
- Piso de Generadores
- Piso de Turbinas
- Piso de Válvulas

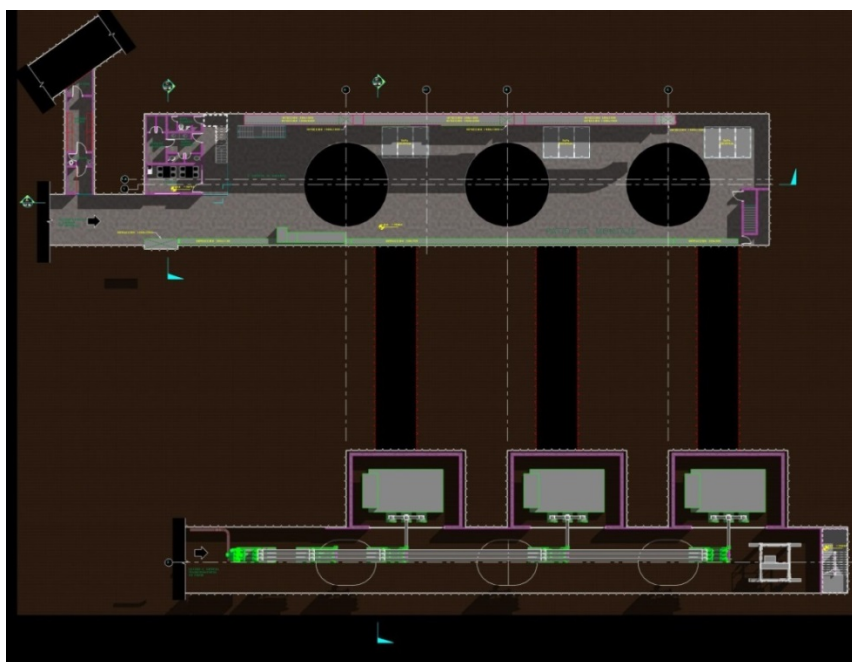
La sección transversal de la caverna es de arcos circulares en la bóveda y de paredes planas. Las dimensiones son: 13 m de ancho a nivel de la paredes planas y de 14 m en la zona de bóveda, la altura máxima de excavación es de 29 m (entre el cenit de la bóveda y el nivel más bajo en el difusor), y un largo aproximado de 62 m. Para acceder a estas obras se construirán túneles o galerías auxiliares.

Las Turbinas-Bombas serán *Francis* reversibles de una sola etapa para privilegiar la eficiencia del conjunto, la que se estima en 90%, valor típico para unidades cuya operación la hacen a flujo constante y cercano al flujo óptimo en que la eficiencia es la máxima, y con variaciones en la altura de carga no relevantes, como es el caso de estas unidades, en que ésta no variará más allá de $\pm 2\%$.

El motor generador será del tipo sincrónico, polos salientes y su bobinado refrigerado por intercambiadores aire-agua, con su salida en 12 KV.

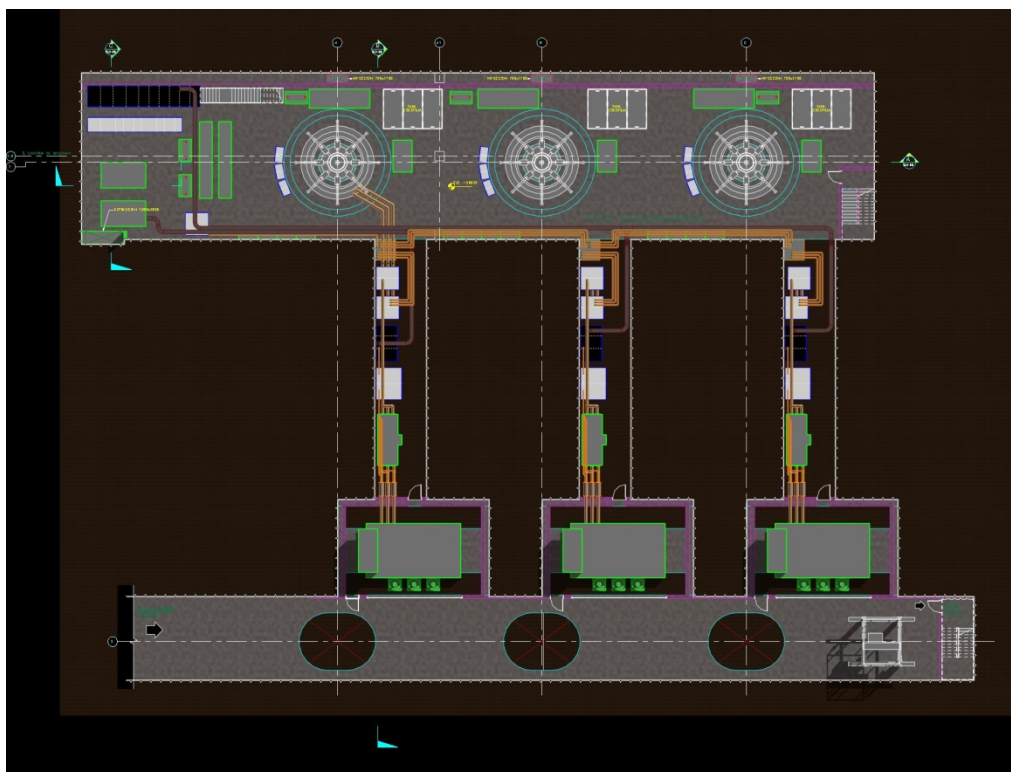
Para el arranque de cada unidad en la modalidad de bomba, se considera un partidor suave para minimizar su impacto en el SING. Dicho partidor dispondrá de un interruptor bypass de modo que el motor pueda ser sincronizado a la red.

Figura 1-17: Piso Principal Caverna de Máquinas.



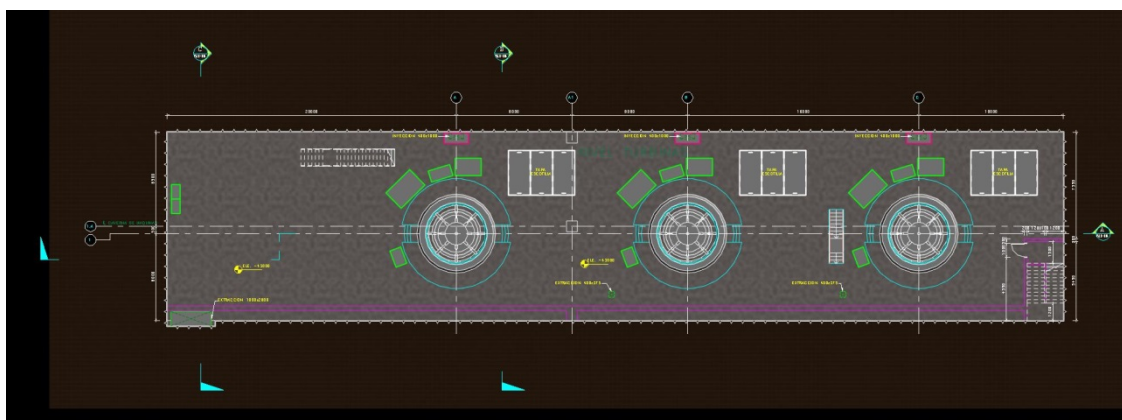
Fuente: Elaboración propia.

Figura 1-18: Piso Generadores Caverna de Máquinas.



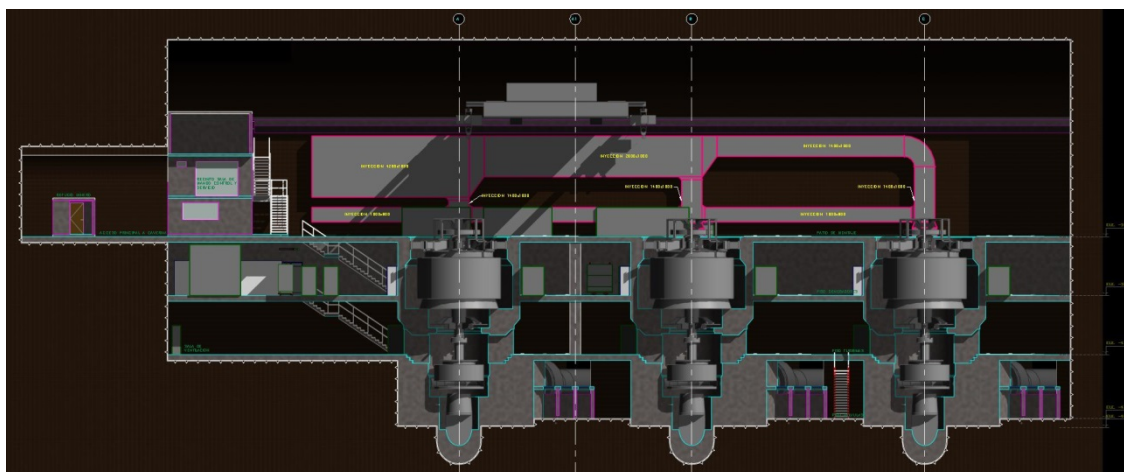
Fuente: Elaboración propia.

Figura 1-19: Piso Turbinas Caverna de Máquinas.



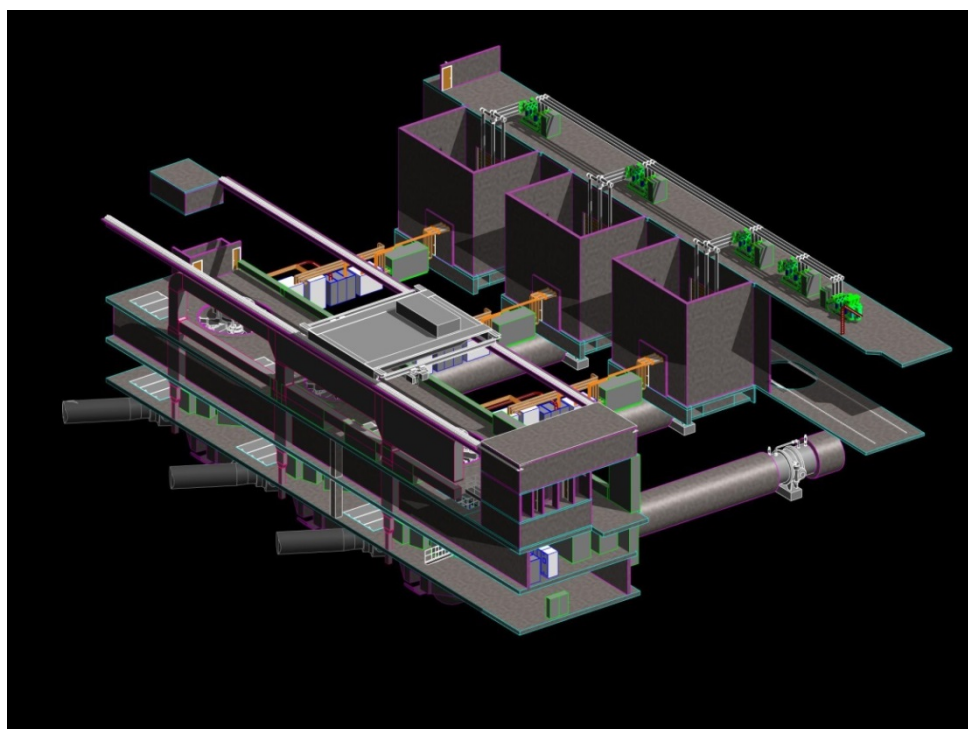
Fuente: Elaboración propia.

Figura 1-20: Esquema General Bomba-Turbina.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 1-21: Esquema General Caverna de Máquinas.



Fuente: Elaboración propia.

La caverna de máquinas alojará también la subestación GIS del Proyecto.

El túnel inferior al llegar a la caverna de máquinas se divide en tres para entregar el caudal captado a cada una de las tres turbinas/bombas. Las válvulas de mariposa del Túnel Inferior, permiten aislar hidráulicamente las unidades de generación o bombeo. Las válvulas se ubican en el Pique de Válvulas que se ubica entre la Caverna de Transformadores y el Túnel Inferior.

ii. Trifurcaciones

Estos elementos son los que dividen en tres el escurrimiento que viene desde el Túnel Inferior, para luego continuar hacia la Caverna de Máquinas en tres ramales. Aguas arriba de la caverna de máquinas también existe una trifurcación que vuelve a juntar el caudal para pasar a un túnel único blindado que ya es parte del Túnel Superior. Estas trifurcaciones son blindadas en acero con las siguientes características:

- **Ramales inferiores o de descarga:** Son tres (3) y conducen las aguas desde la Caverna de Máquinas hasta el Túnel Inferior. Cada uno de ellos es una tubería de 2,75 m de diámetro interior, en la zona blindada con acero. La longitud de cada uno de ellos es de 64 m, 75 m y 86 m para las unidades 1, 2 y 3 respectivamente.
- **Ramales superiores o de aducción:** Son tres (3) los Ramales de la Aducción, cada uno de ellos es una tubería de acero de 2 m de diámetro interior con blindaje de acero, se inician en la trifurcación y termina al ingresar a la Caverna de Máquina, las longitudes de cada uno de ellos es de 36 m, 33 m y 30 m para las unidades 1, 2 y 3 respectivamente.

iii. Caverna de Transformadores

Los tres (3) transformadores principales estarán dentro de una caverna separada de la caverna principal, constituida por las siguientes partes: Caverna de Acceso de los Transformadores, Cavernas laterales en donde se ubican los transformadores SSEE y las Galerías de cables.

La Caverna de Acceso a los Transformadores es un túnel de 62 m de largo, 6,5 m de ancho y 14 m de alto, ubicado en forma paralela a la Caverna de Máquinas y a una distancia de ella de 38 m.

Los recintos de los transformadores tienen alrededor de 8 m de ancho, 12 m de alto y 12 m de largo (profundidad). Se ubican de forma ortogonal a la Caverna de Acceso.

Las Galerías de Cable comunican la Caverna de Máquinas con la Caverna de Transformadores. Cada una tiene 4 m de ancho, 4 m de alto y una longitud de 20 m.

iv. Subestación Eléctrica

Se ha previsto una SSEE compacta tipo GIS subterránea ubicada en la parte superior de la Caverna de Transformadores, esencialmente por razones ambientales (impacto visual) y por motivos de operación y mantenimiento (salinidad y humedad presentes en el borde costero). Se han seleccionado este tipo de instalaciones ya que son bastante menos invasivas desde el punto de vista visual que las SSEE abiertas en superficie.

v. Túnel de Acceso a la Caverna de Máquinas

El Túnel de Acceso es el medio de ingreso a la Caverna de Máquinas y a las demás obras subterráneas donde estará instalado el equipamiento de la central. Desde su interior nacen las galerías de construcción que van hacia el Túnel Inferior y parte del Pique en Presión.

Este túnel de 833 m de longitud se inicia en el exterior, en el portal de acceso, avanza hacia el Este con una pendiente descendente de 8,4%, y a 765 m aproximadamente de la entrada bifurca hacia la Caverna de Máquinas y hacia la Caverna de Transformadores.

La sección transversal del túnel es del tipo arco de medio punto con paredes planas, el ancho interior es de 5 m y la altura de 6 m. Durante la fase de construcción se usará para acceder a construir la Caverna de Máquina, la Caverna de Transformadores y parte del Túnel Inferior.

vi. Línea de Alta Tensión (Tramo Subterráneo)

Desde la Caverna de Transformadores sale al exterior el primer kilómetro de la LAT considerada por el Proyecto.

1.4.2.3 Pique en Presión

i. Pique en Presión

Corresponde a una obra vertical subterránea por donde circulará el agua bajo presión para la generación de energía. Tiene alrededor de 502 m de longitud y 4,9 m de diámetro, conecta el Túnel Superior con el Túnel Blindado. Su construcción considera un revestimiento con hormigón. A menos que las condiciones geotécnicas de la roca, encontradas durante la excavación así lo aconsejen, no se prevé que sea blindado con acero. De requerir blindaje por condiciones geológicas particulares, el espacio entre el blindaje de acero y la excavación se rellenará con hormigón.

1.4.2.4 Obras Túnel Superior

i. Túnel Blindado o en Presión

El túnel blindado se encuentra inmediatamente después de la caverna de Máquinas hacia el Pique en Presión, tiene una longitud aproximada de 180 m, con una inclinación de 13%. Este túnel tiene 3 secciones, que se detallan a continuación:

- Primer tramo: 3,6 m ancho; 3,6 m de alto; 2 m diámetro de tubería blindada en acero; relleno de hormigón.
- Segundo tramo: 5,4 m ancho; 5,4 m de alto; 3,25 m diámetro de tubería blindada en acero; relleno de hormigón.
- Tercer tramo: 5,4 m ancho; 5,4 m de alto; 5 m diámetro de tubería; sostenimiento según calidad de terreno.

ii. Chimenea de Equilibrio Superior

En el caso de la chimenea de equilibrio del túnel superior, a diferencia de la del túnel inferior esta tiene un tramo vertical de alrededor de 103 m que parte desde el túnel superior en un punto cercano al encuentro de dicho túnel con el pique en presión y luego continúa por aproximadamente 535 m con una sección inclinada en aproximadamente 13% que aflora a la superficie. El diámetro de la chimenea de equilibrio superior, es de alrededor de 4,9 m.

iii. Túnel Superior

Corresponde al túnel que conecta el Pique en Presión con el Reservorio, con una inclinación aproximada de 13% y una longitud de alrededor de 886 m. Su sección aproximada es de 25 m², con 5,6 m de altura (piso a clave) y 5 m de ancho aprox.

En el extremo poniente, antes del pique en presión, se ubicará la conexión con la chimenea de equilibrio superior.

1.4.3 Sector Costa

El Sector Costa corresponde al área en que se emplazan la mayor parte de las instalaciones transitorias del proyecto. Lo anterior por contemplar principalmente el campamento y gran parte de las instalaciones de faena de los diferentes frentes de trabajo.

A continuación en la Tabla 1-8 se detallan las obras y partes de este Sector.

Tabla 1-8: Lista de Obras Sector Costa.

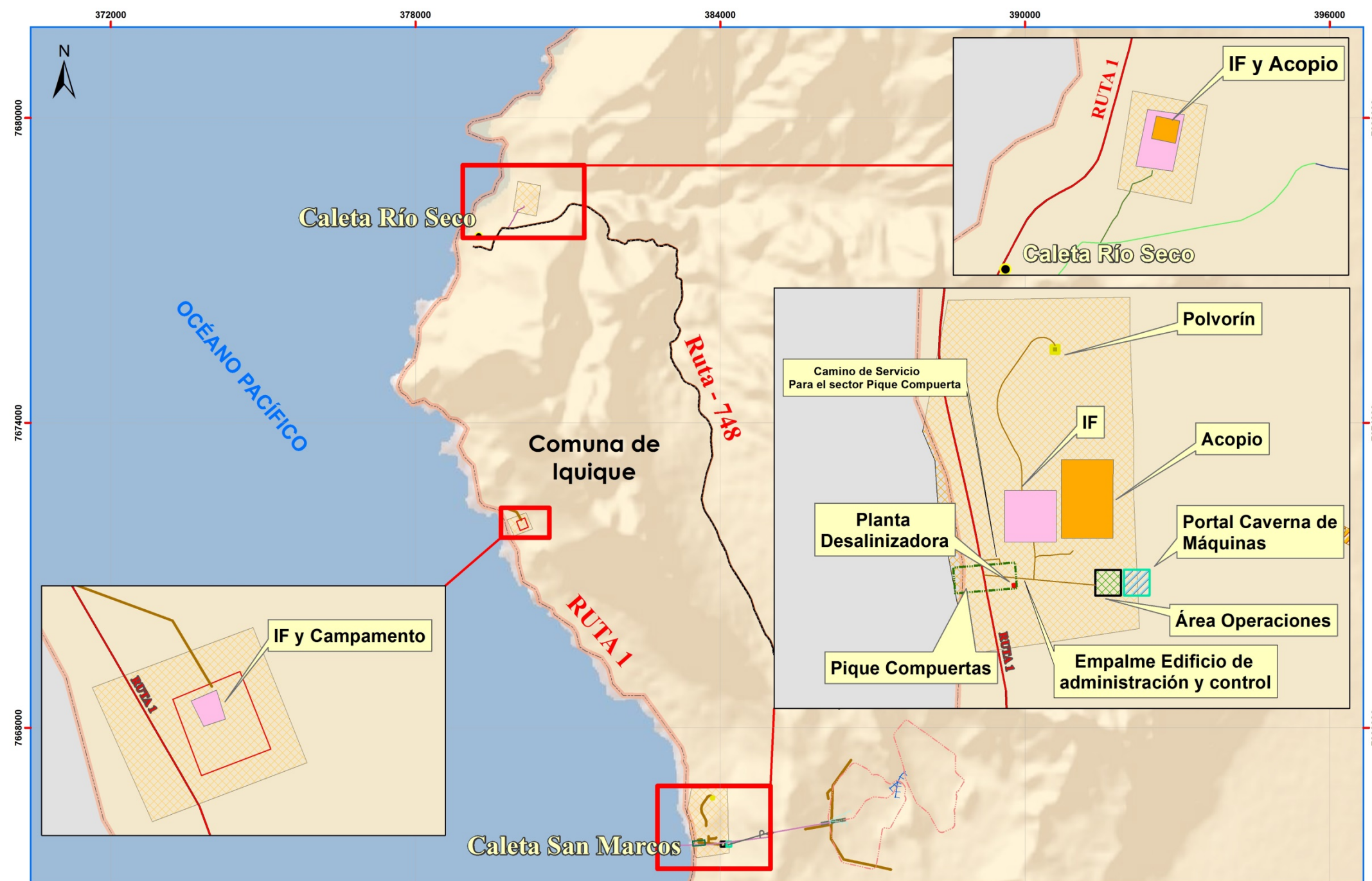
Lista de Obras		Temporalidad	Referencia Superficial
Obras	Detalle de Obras		
Área de Operaciones	Edificio de Administración y Control	Permanente	Caleta San Marcos
	Edificio de Taller, Bodega y Grupo Diésel	Permanente	
	Estacionamientos	Permanente	
	Patio de Residuos Industriales y Bodega de Acopio Temporal de Planta de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS)	Permanente	
		Permanente	
Planta Desalinizadora	Sistema de Abastecimiento de Agua Potable	Permanente	Caleta San Marcos
Portales Costa	Portal de la ventana de Acceso al Pique de Compuertas	Permanente	Caleta San Marcos
	Obra superficial Pique de Compuertas	Permanente	
	Portal del Túnel de Acceso a la Caverna de Máquinas	Permanente	
Instalación de Faena para la Fase de Construcción	Oficinas	Temporal	Caleta San Marcos y Caleta Río Seco (de menor tamaño)
	Comedor	Temporal	
	Baños	Temporal	
	Sala de cambio	Temporal	
	Sistema de abastecimiento de agua potable	Temporal	
	Almacenamiento de combustible	Temporal	
	Bodega de almacenamiento temporal de residuos peligrosos	Temporal	
	Patio de residuos domésticos y de construcción	Temporal	
	Patio de residuos industriales	Temporal	
	Taller de mantención menor	Temporal	
	Bodega para equipos electromecánicos	Temporal	
	Estacionamiento y galpón para maquinaria y equipos	Temporal	
	Área para almacenamiento de materiales	Temporal	
	Planta de hormigón	Temporal	

	Sector lavado de camiones mixer	Temporal	
Campamento	Oficinas	Temporal	Entre Caleta Río Seco y Caleta San Marcos
	Área de recreación	Temporal	
	Edificio de alojamiento	Temporal	
	Sala de primeros auxilios	Temporal	
	Casino	Temporal	
	Baños y duchas	Temporal	
	Sistema de abastecimiento de agua potable	Temporal	
	Almacenamiento y gestión de residuos	Temporal	
	Estacionamiento	Temporal	
	Bodegas	Temporal	
	Planta de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS)	Temporal	
Caminos de acceso Sector Costa	Camino de acceso norte (Tramo Caleta Río Seco)	Permanente	Caleta Río Seco
	Empalme y camino hacia el Campamento	Temporal	Entre Caleta Río Seco y Caleta San Marcos
	Empalme y camino a sector Edificio de Administración y Control	Temporal	Caleta San Marcos
	Camino de servicio al Área Acopios e Instalación de Faena del área Río Seco y en el sector San Marcos	Temporal	
	Camino de servicio para el Área de Pique Compuertas en San Marcos	Temporal	
	Camino de servicio a Acceso Polvorín	Temporal	
Áreas de Acopios	Áreas de Acopios de Material de Excavaciones y Marina de Excavación de las Obras Subterráneas y Superficiales	Permanente	Caleta San Marcos y Caleta Río Seco
Polvorín	Polvorín Costa	Temporal	Caleta San Marcos

Líneas Eléctricas	Línea Media Tensión Suministro Instalación de Faena Principal y Área de Operaciones	Permanente	Caleta San Marcos
	Línea Media Tensión Suministro Campamento	Permanente	Entre Caleta Río Seco y Caleta San Marcos
	Línea Media Tensión Camino Acceso Norte	Permanente	Caleta Río Seco
	Línea Alta Tensión del Proyecto Espejo de Tarapacá	Permanente	Caleta San Marcos

Fuente: Elaboración propia.

Figura 1-22: Ubicación Referencial de Obras Sector Costa.



Fuente: Elaboración propia.

1.4.3.1 Obras Área de Operaciones

El área de operaciones se encuentra próxima a la Caleta San Marcos y corresponde al área donde tendrán lugar las obras superficiales y permanentes para la operación del proyecto. Estas obras son el Edificio de Administración y Control, el Taller para mantenciones, la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas y las primeras obras de elevación de la LAT. Cabe mencionar que en este sector se ubica el acceso a la caverna de máquinas.

En la Figura 1-23 se muestra un esquema del área operaciones.

Figura 1-23: Esquema Área de Operaciones y Acceso Caverna de Maquinas.



Fuente: Elaboración propia.

i. Edificio de Administración y Control

La operación de la central se ha previsto sea realizada desde un Edificio de Administración y Control ubicado adyacente al portal del túnel de acceso a la caverna de máquinas, en el sector costero próximo a la caleta San Marcos.

El Edificio de Administración y Control tendrá una superficie aproximada de 330 m², será de 2 pisos, con estructura de hormigón y armado con tabiquería interior. En él estará la sala de operación y control de la central, oficinas, salas de reuniones y servicios.

ii. Edificio de Taller, Bodega y Grupo Diésel

A un costado del Edificio de Administración y Control se encontrará el Edificio de Taller y Bodega en donde se ubicarán bodegas para repuestos, pañol de herramientas, equipamiento eléctrico general, equipo diésel de 500 kVA. Dicho equipo es para permitir partida en “negro” de la central en casos de Black Out (caída del servicio). Este edificio estará construido en base a una estructura metálica y revestimiento sin aislación.

iii. Estacionamientos

Los estacionamientos estarán ubicados a un costado del Edificio de Administración y Control. Estarán diseñados para vehículos livianos y en menor medida para vehículos pesados. En el sector del taller y bodega habrá estacionamientos para vehículos mayores.

iv. Patio de Residuos Industriales y Bodega de Acopio Temporal de Residuos Peligrosos

Durante la fase de operación a raíz de obras menores de mantenimiento podrían generarse bajas cantidades de residuos industriales y/o peligrosos. Para gestionarlos se dispondrá de un patio de residuos industriales de 2 x 3 m cercado y de una bodega de acopio temporal de residuos peligrosos de 2 x 2 m. Ambos estarán próximos al Edificio de Taller, Bodega y Grupo Diésel descritos anteriormente. No se hará ningún tratamiento en el lugar, su retiro y disposición será contratado con un tercero debidamente autorizado.

v. Planta de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS) – Área Operaciones

Para el tratamiento de aguas servidas, el Proyecto considera la habilitación de una planta de tratamiento modular tipo Ecojet o similar, la cual tratará las aguas servidas por medio de un proceso biológico de lodos activados. Este tipo de plantas abaten sólidos disueltos, lo que implica una alta eficiencia de eliminación de la materia orgánica; son de funcionamiento aeróbico, no generan malos olores, son plantas de tamaño reducido; y generan un volumen reducido de lodos.

Básicamente, la PTAS presenta las siguientes etapas:

- Pre-tratamiento: en la cual se separan los sólidos de gran tamaño y no degradables;
- Aireación: en la cual se degrada la materia orgánica;
- Sedimentación : etapa en la cual da a lugar a un efluente cristalino y sin olor;

- Desinfección: normalmente en base a cloro, para la eliminación de los elementos patógenos; y
- Declaración: en la que se elimina el cloro residual mediante tabletas de sulfito de sodio, obteniéndose así un efluente inocuo para el medio ambiente.

La PTAS operará 24 horas por día, todos los días del año durante el período que se requiera y el agua tratada cumplirá con los parámetros microbiológicos de la norma de calidad de agua para riego (NCh 1.333).

En cuanto a los lodos generados por la PTAS, éstos cumplirán con lo establecido en el D.S. N° 4 de lodos, por tanto serán retirados por una empresa limpia fosas autorizada para ser llevados a disposición final.

1.4.3.2 Planta Desalinizadora

El sistema de abastecimiento de agua potable, tanto para la construcción como para la operación, estará constituido por una Planta Desalinizadora.

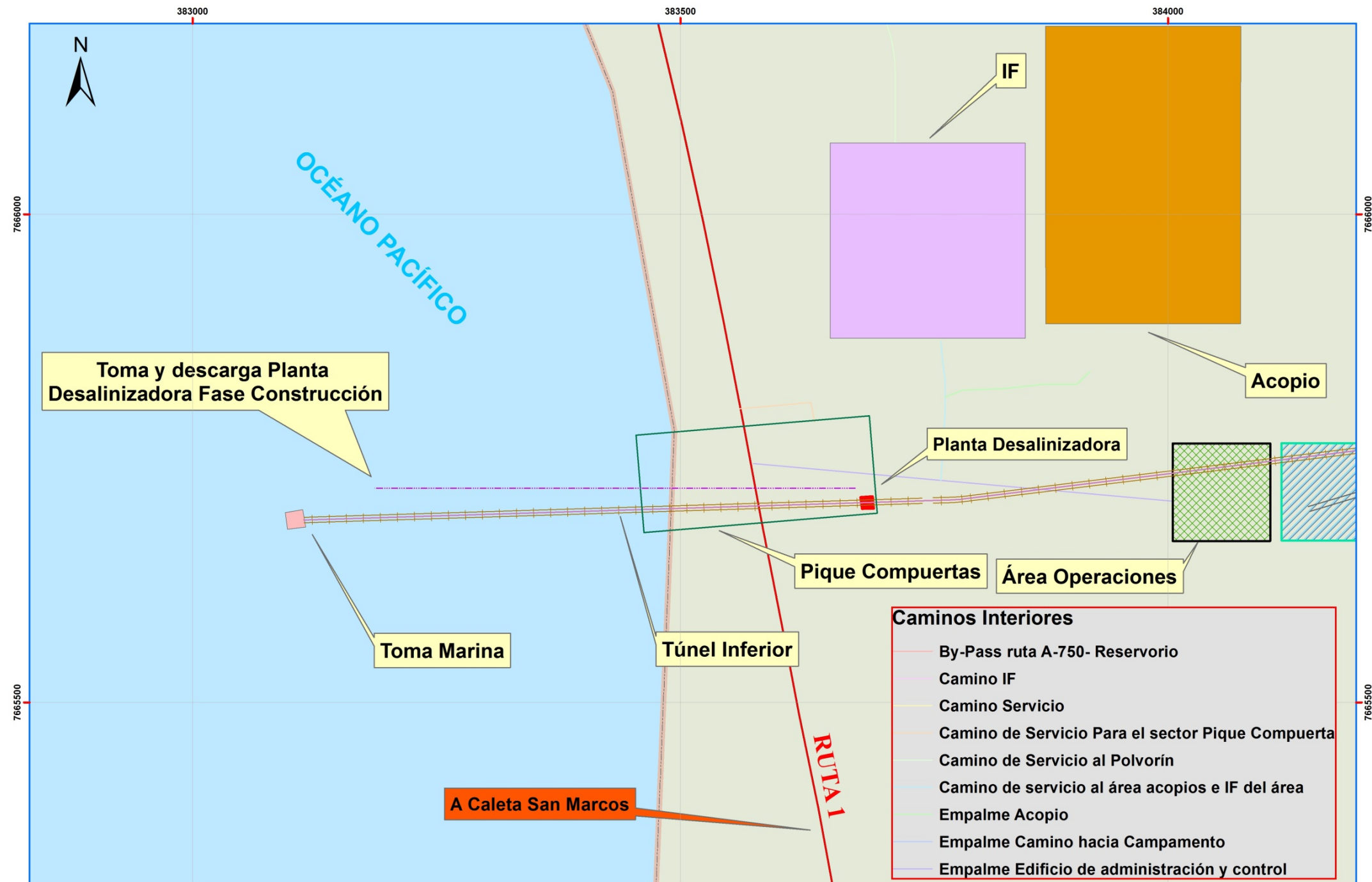
Durante la fase de construcción, se estima una generación de 5 l/s de agua desalada. Los requerimientos estarán dados por las obras de construcción y el campamento. Es importante agregar que mientras el túnel inferior y la obra de toma no estén implementadas, la planta funcionará captando agua con una manguera flexible de 3 pulgadas de diámetro desde el mar y el agua de rechazo será vuelta al mar mediante otra manguera de similares características, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL).

En el caso que durante la fase de construcción se llegue a requerir más agua, debido a alguna obra específica, ésta será adquirida de proveedores debidamente autorizados, pudiendo almacenarse en los estanques disponibles en las instalaciones de faena contempladas para el Sector Costa (cercano a Caleta San Marcos) y Sector Meseta (Área Reservorio), las cuales se describen en el acápite 1.4.3.4 (Instalaciones de Faena para Fase de Construcción). O bien podrán almacenarse en contenedores que se instalarán en los frentes de trabajo que lo requieran.

Durante la fase de operación, y una vez que las obras de túnel inferior y obra de toma estén ejecutadas, la planta desalinizadora podrá funcionar como obra definitiva, tomando y descargando agua a través de las obras mencionadas. Durante esta fase la planta generará 2,75 l/s de agua desalada, aproximadamente, satisfaciendo así la demanda para esta fase, particularmente destinada a las actividades que se realicen en el sector del Edificio de Administración y Control.

En la Figura 1-23 se muestra la ubicación de la planta desalinizadora.

Figura 1-24: Ubicación Planta Desalinizadora.



Fuente: Elaboración propia

1.4.3.3 Obras Portales Costa

Dada la existencia de obras subterráneas, en el Sector Costa, se consideran diversos accesos hacia dichas obras. Estos accesos se denominan portales y se detallan a continuación.

i. Obra Superficial Pique de Compuertas

La obra superficial del Pique de Compuertas, consiste en una obra diseñada para almacenar, colocar y extraer las compuertas de mantenimiento del tipo deslizante (Stop-log). Esta obra se ubica en el Sector Costa, entre la Caverna de Máquinas y la Obra de Toma y Descarga, y permiten aislar la Caverna de Máquinas del mar, en el Túnel Inferior.

ii. Portal de la Ventana de Acceso al Pique de Compuertas

Este portal consiste en un soporte estructural del terreno, ubicado en la ventana de acceso al Pique de Compuertas. Tendrá 6 m de altura y 5 m de ancho, que permitirá el ingreso de maquinaria, equipos y materiales de trabajo, así como de vehículos y trabajadores a las obras subterráneas de ese sector. El portal tendrá una estructura de contención de hormigón.

iii. Portal del Túnel de acceso a la Caverna de Máquinas

Esta obra, de hormigón, da inicio al Túnel de acceso a la Caverna de Máquinas. Este portal tendrá 6 m de altura y 5 m de ancho y por él accederán máquinas, equipos, vehículos y trabajadores. Incluye las obras que permitirán instalar los cables eléctricos de alta tensión que van desde la Subestación (S/E) eléctrica subterránea (GIS) hacia la superficie y hacia las torres de alta tensión.

El pique tendrá la forma de una elipse de 5 x 8 m y una profundidad de alrededor de 30 m desde la superficie, para poder alojar las guías de la compuerta de mantención de 5 x 6 m (ancho por alto). La compuerta será operada mediante un camión grúa, el cual llegará por el camino de acceso a esta obra.

Durante la fase de construcción se contempla usar el pique, como acceso de construcción para el Túnel Inferior. Por otra parte durante la fase de operación, los ductos de la Planta Desalinizadora accederán al Túnel Inferior por esta obra.

1.4.3.4 Instalaciones de Faena para Fase de Construcción

El proyecto considera cuatro instalaciones de faenas, tres de las cuales se encuentran en el sector costa. La primera es la instalación de faena que permite la construcción del campamento y está considerada por un corto período de, aproximadamente, 9 meses. La otra instalación de faena que se considera en el sector costa y cercana a Caleta Río Seco es también temporal y

tiene el fin de apoyar la construcción del camino de acceso norte descrito más adelante en el acápite 1.4.3.6 numeral i. y que sirve para conectar las obras del Sector Costa con el Sector de Meseta y en particular las obras asociadas al Reservorio. Esta instalación de faena también tiene una temporalidad acotada a la construcción del camino.

Las otras dos Instalaciones de faenas, las cuales se requerirán durante toda la fase de construcción, se ubicarán cercana a Caleta San Marcos (muy cercana adonde se ubicará gran parte de las actividades de la construcción de las obras del Sector Costa) y en el Sector Meseta (cercana a las obras del Reservorio).

A continuación se describen las Instalaciones de faenas:

i. Instalación de Faena Principal (cercana a Caleta San Marcos)

El proyecto considera el uso de una instalación de faena que se mantendrá en servicio durante todo el período de construcción de las obras. Su ubicación está prevista en una superficie de 4 ha a una distancia aproximada de 250 m, de donde se construirá el Edificio de Administración y Control.

En esta instalación de faena solo se construirán edificaciones para fines estrictamente operativos y de construcción de las obras, de bienestar o de alimentación del personal.

Se cumplirá con toda la normativa vigente que aplique al diseño, construcción, mantención y operación de sus instalaciones, incluyendo el suministro de agua potable, protección contra incendios, alcantarillados, redes eléctricas, saneamiento y seguridad pública.

Se considera un equipo diésel de 100 kVA para esta instalación de faena.

La infraestructura mínima a considerar incluye:

- Oficinas

Tendrán la capacidad para albergar a todo el personal administrativo de las empresas contratistas y del titular.

- Comedor

Contará con un comedor en donde se abastecerá de comida al personal por medio de servicio de catering.

- Baños

Se contará con baños químicos según lo estipulado en el D.S. N° 594. Hasta que empiece a operar la Planta de tratamiento de Aguas Servidas, con ello estos baños serán eliminados y se utilizarán los baños conectados a la red de alcantarillado.

- Sala de cambio

Este lugar está destinado para el cambio de la ropa de trabajo de los trabajadores y para guardar sus pertenencias.

- Sistema de abastecimiento de agua potable

El agua para beber será abastecida mediante bidones en una primera fase hasta que se encuentre operando la Planta Desalinizadora.

- Almacenamiento de combustible

Será abastecido mediante camiones y depositado en dos estanques fijos de 2000 l cada uno. El suelo del lugar estará impermeabilizado con un geotextil y sistema de contención de derrames para evitar contaminación de suelo.

- Bodega de almacenamiento temporal de residuos peligrosos

La bodega estará ubicada en el patio de residuos y cumplirá con todos los requisitos establecidos por el D.S. N° 148. Esta bodega será cerrada, con techo, con suelo impermeable y contará con las fichas de seguridad a la entrada.

- Patio de residuos domésticos y de construcción

Los residuos serán almacenados y separados en un patio especialmente habilitado para ello.

- Patio de residuos industriales

Los residuos serán almacenados y separados en este patio para luego ser trasladados para ser depositados en un lugar autorizado.

- Taller de mantención menor

Contará con un radier de hormigón y techo metálico; en él se llevarán a cabo todas las mantenciones de las maquinarias, equipos y vehículos de las faenas.

- Bodega para equipos electromecánicos

La bodega estará ubicada cercana al taller de mantención y en ella se almacenarán todos los equipos electromecánicos requeridos por el proyecto.

- Estacionamiento y galpón para maquinaria y equipos

Los equipos serán guardados en un galpón techado según el tipo de maquinaria y estará separado del estacionamiento de vehículos livianos.

- Área para almacenamiento de materiales

Se almacenarán un sector controlado y cuando su naturaleza lo requiera estarán en una bodega cerrada, techada y de acceso controlado.

- Planta de hormigón

La instalación de faena considera una planta de hormigón modular, ya que utilizará hormigón y *shotcrete* para construir parte de las obras de los sectores Costa y Subterráneo (portal, chimenea inferior, eventuales soportes en túneles, caverna de máquinas, pique de compuertas, edificaciones). Se estima una producción de 30.000 m³.

Esta cantidad representa una necesidad aproximada de 28.500 ton de ripio, 19.500 ton de arena, 10.500 ton de cemento y 15.000 m³ de agua. La planta de hormigón será de 20 a 30 m³/hora, dotada de silo o bodega de hormigón y estanque de agua de 20 m³. Para el traslado del hormigón desde esta planta a los distintos frentes, se contará con los suficientes camiones mixers (5 a 6) de tamaño compatible con los accesos a los túneles.

Esta planta contará con una máquina chancadora que estará aislada para minimizar las emisiones de ruido.

- Sector lavado de camiones mixer

Las bateas de los camiones serán lavadas y el material sobrante irá a unas piscinas de decantación. Una vez que el material ya esté seco, será trasladado como residuo industrial por un tercero autorizado a un sitio de disposición autorizado.

ii. **Instalación de Faena Camino Acceso Norte – Caleta Río Seco**

Cercano a la Caleta Río Seco se considera una Instalación de Faenas menor. Al igual que la instalación de faena descrita en el punto anterior, ésta contará con oficinas, estacionamientos, baños químicos, bodegas para almacenar insumos de construcción y patio de residuos domiciliarios e industriales, correspondientes a la construcción de la primera sección del camino de acceso Norte y a una línea de media tensión que conectará el Sector Costa con la Meseta para alimentar de electricidad durante la construcción las obras en el Reservorio. Esta Línea está descrita en el acápite 1.4.4.5 numeral i.

También se considera un equipo diésel de 100 kVA para esta instalación de faena.

La infraestructura mínima a considerar incluye:

- Oficina

Será de tipo modular y será utilizado por personal contratista.

- Estacionamiento

Contará con estacionamiento para vehículos livianos.

- Patio de residuos

Contará con un pequeño patio para almacenar residuos domésticos e industriales de forma separada. Estos residuos serán retirados diariamente y serán trasladados a los patios de residuos de la instalación de faena del Sector Costa.

- Estanque de combustible

Contará con dos estanques con capacidad de 2000 litros cada uno para abastecer a vehículos y maquinaria.

iii. Instalación de Faena para la Construcción Campamento

El Proyecto contará con una Instalación de Faena temporal para construir el campamento. Esta instalación de faena será modular y contará con oficinas administrativas, baños químicos, según lo estipulado por el D.S. N° 594, bodegas para el almacenamiento de materiales, tambores para residuos domésticos, patio para residuos de la construcción, estacionamientos, almacenamiento temporal de materiales y equipos para la construcción y recibirá el suministro eléctrico desde la LTE existente en el sector.

El camino de acceso a la instalación de faena será un empalme desde la Ruta CH-1 que será utilizada posteriormente para permitir el acceso al campamento.

Esta Instalación de Faenas considera:

- Oficina

Será de tipo modular y será utilizado por personal contratista.

- Estacionamiento

Contará con estacionamiento para vehículos livianos.

- Patio de residuos

Contará con un pequeño patio para almacenar residuos domésticos e industriales de forma separada. Estos residuos serán retirados diariamente y serán trasladados a los patios de residuos de la instalación de faena del Sector Costa.

- Estanque de combustible

Contará con dos estanques con capacidad de 2000 litros cada uno para abastecer a vehículos y maquinaria.

- Generador Diesel

Se considera un equipo diésel de 100 kVA para esta instalación de faena.

Cabe mencionar que el tiempo para la materialización del campamento se ha considerado en 6 meses.

iv. Instalación de Faena en el Sector Meseta

Esta instalación de faenas se describe en el acápite 0 más adelante, asociado a las obras del Sector Meseta.

1.4.3.5 Campamento

El proyecto contempla un campamento permanente durante la fase de construcción, donde pernoctarán los trabajadores. Este campamento estará ubicado a 7,5 km al norte de la Caleta San Marcos al lado oriente de la ruta CH-1. Para la zona de emplazamiento del campamento se ha considerado una superficie de 4 ha, para alojar alrededor de 250 personas en promedio y unas 500 personas en el peak de construcción del proyecto.

Las instalaciones consideradas en el campamento del proyecto son las siguientes:

i. Oficinas

Estas oficinas estarán habilitadas para personal de administración del campamento y de los contratistas si lo requirieran.

ii. Área de Recreación

El campamento contará con espacios de recreación para los trabajadores. Tendrá una sala techada y también un lugar al aire libre.

iii. Edificio de Alojamiento

El edificio de alojamiento será de tipo modular, con capacidad para albergar a la totalidad del personal de turno.

iv. Sala de Primeros Auxilios

El proyecto contará con una sala de primeros auxilios a cargo de un paramédico, estará en funcionamiento las 24 horas del día.

v. Casino

Corresponde al lugar donde se elaborará la comida para los trabajadores de las faenas y del campamento. En él se servirá la comida para los trabajadores que estén en el campamento.

vi. Baños y Duchas

El campamento contará con baños y duchas suficientes para dar servicio a los ocupantes.

vii. Sistema de Abastecimiento de Agua Potable

El suministro de agua potable será a través de estanques fijos que serán llenados por camiones aljibes provenientes de la Planta Desalinizadora. Hasta que ésta esté operando, el abastecimiento de agua potable será efectuado mediante bidones para consumo humano y camiones aljibes, de un tercero certificado, para los servicios básicos.

viii. Almacenamiento y Gestión de Residuos

El almacenamiento y gestión de los residuos se llevará a cabo a un costado del campamento en una zona determinada para ello. Los residuos serán separados y llevados a destino final por un tercero autorizado. En este sector sólo se generarán residuos domiciliarios.

ix. Estacionamiento

Los estacionamientos serán para vehículos menores, camionetas, minibuses, buses y en menor medida para maquinaria y estarán demarcados.

x. Bodegas

El campamento contará con bodegas para el almacenamiento de herramientas de los trabajadores y equipos de protección personal.

Además contará con un espacio de almacenamiento de materiales de mantenimiento del campamento.

xi. Planta de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS) - Campamento

Para el tratamiento de aguas servidas, el Proyecto considera la habilitación de una planta de tratamiento modular tipo Ecojet o similar al igual que la descrita en el acápite 1.4.3.1 numeral v.

La PTAS operará 24 horas por día, todos los días del año durante el período que se requiera y el agua tratada cumplirá con los parámetros microbiológicos de la norma de calidad de agua para riego (NCh 1.333).

En cuanto a los lodos generados en la PTAS, cumplirán con lo establecido en el DS N° 4 de lodos, y serán retirados por una empresa limpia fosas autorizada para ser llevados a disposición final.

1.4.3.6 Caminos de Acceso Sector Costa

Los sectores descritos anteriormente requieren todos de cortos tramos de caminos para acceder a ellos, los cuales en su mayoría empalman con la CH-1.

Además, en el Sector Costa nace el camino de acceso norte, el cual conduce desde el Sector Costa al Reservorio del proyecto, el cual se encuentra en la Meseta sobre el Farellón costero. Cabe destacar que se ingresó ante la Dirección de Vialidad de la Región una propuesta de Convenio para realizar todos los trabajos viales relacionados con este proyecto.

Estos caminos también serán aprovechados para la construcción y mantención de las LMT.

A continuación se hace una breve descripción de dichos caminos presentes en el Sector Costa:

i. Camino Acceso Norte (Tramo Sector Costa)

Este tramo corresponde a los primeros 2,5 km desde la ruta CH-1 hacia el farellón costero, por donde comienza el camino Acceso Norte. Esta ruta conectará la ruta CH-1 con la ruta A-752, la cual iniciando desde la costa tiene una longitud aproximada de 15,3 km en total, estará compuesto por 5 km de camino nuevo (proyectado) y el resto será un mejoramiento de un camino existente. Esta ruta será de doble calzada con carpeta de material granular y con un ancho de 8 m aproximadamente, considerando pistas de 3 m y bermas de 1 m.

La duración de la construcción de esta ruta se ha considerado de 9 meses, utilizando maquinaria del tipo retroexcavadoras, bulldozer, motoniveladoras y camiones que trasladarán el material removido a la zona de acopio correspondiente. Para efectos de nivelación del camino se utilizará el mismo material extraído en la construcción de las obras.

Además el Proyecto construirá empalmes y caminos, como:

ii. Empalme y Camino hacia el Campamento

Este camino de acceso une la Ruta CH-1 con el Campamento para la construcción.

iii. Empalme y Camino a Sector Edificio de Administración y Control

Este camino es el que da acceso desde la ruta CH-1 a las siguientes obras:

- Planta de Tratamiento de Aguas Servidas
- Edificio de Administración y Control
- Taller de Mantención
- Túnel de acceso a la caverna de máquinas

iv. Camino de servicio al Área Acopios e Instalación de Faena del Área Río Seco en el Sector San Marcos

Este camino de servicio permite el acceso al Área de Acopios e Instalación de Faena del área Río Seco desde el nuevo camino de Acceso Norte.

v. Camino de Servicio para el Área de Pique de Compuertas en San Marcos

Es el camino para el ingreso al sector Pique de Compuertas y la Planta Desalinizadora, nace de la ruta CH-1.

vi. Camino de Servicio a Acceso Polvorín

El camino de servicio a Acceso a Polvorín va desde la Instalación de Faena a dicho punto, tiene alrededor de 750 m de longitud.

1.4.3.7 Áreas de Acopio

En el Sector Costa hay considerados dos Acopios, uno correspondiente al material extraído para la construcción de la nueva sección de camino de acceso Norte en el sector de Río Seco y otro en el sector del Edificio de Administración y Control, que recibirá el material extraído de obras superficiales y subterráneas del sector.

El primero considera una superficie de 2 ha y el segundo una superficie de 6 ha.

Se contempla depositar el material en terrazas de 5 m de alto con escalones de 2 m.

1.4.3.8 Polvorín (Sector Costa)

Los explosivos, detonadores, retardadores y materiales relacionados, se almacenarán en un polvorín con capacidad para cubrir los requerimientos del Proyecto.

Para almacenar los explosivos que se utilizarán durante la fase de construcción del Proyecto, el Polvorín del Sector Costa se ubicará a 500 m de las instalaciones más próximas, se ha considerado instalarlo en un terreno de 900 m².

1.4.3.9 Líneas Eléctricas – Sector Costa

Se considera la construcción de 4 líneas eléctricas en el Sector Costa. Estas líneas son:

- Línea Media Tensión Suministro Instalación de Faena Principal y Área de Operaciones
- Línea Media Tensión Suministro Campamento
- Línea Media Tensión Camino Acceso Norte-Reservorio

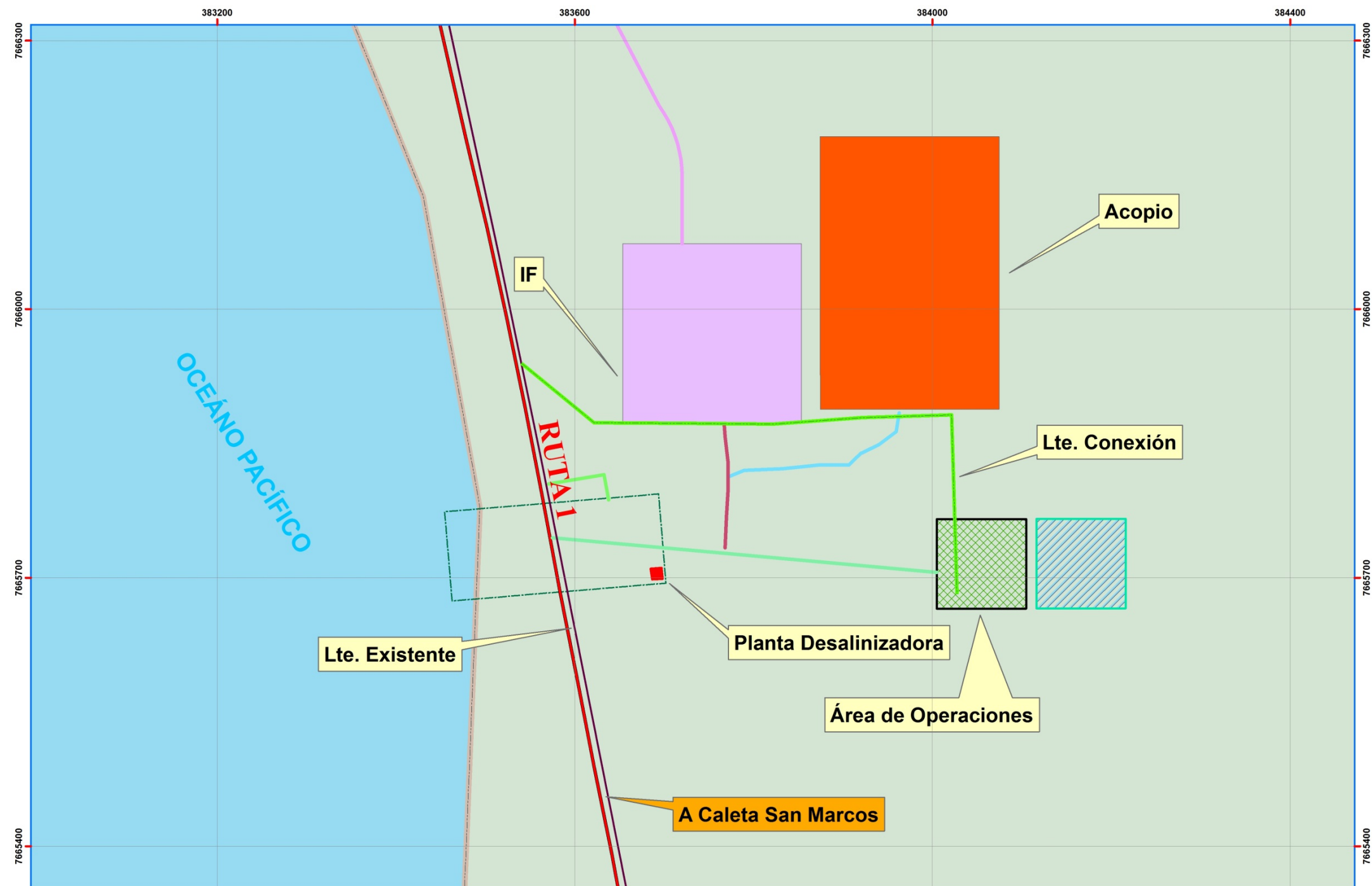
- Línea de Alta Tensión

Todas las líneas consideran caminos de construcción y mantención.

i. Línea Media Tensión Suministro Instalación de Faena Principal y Área de Operaciones

Se considera para alimentar el área de operaciones una línea eléctrica de media tensión (LMT). Ésta, se ubicará en el sector costero de obras cercano a la Caleta San Marcos, la línea tendrá una longitud en superficie de 1,5 km partiendo desde su conexión a la red existente (paralela a la ruta CH-1). Esta línea abastecerá de energía a la Planta Desalinizadora, el Área de Operaciones y a la Instalación de Faena. Esta línea continúa por el túnel de acceso hasta la caverna de máquinas. El equipo de 500 kVA, para la partida en negro, se conectará a esta misma línea.

Figura 1-25: Conexión LTE a Edificio de Administración y Control.



Fuente: Elaboración propia

ii. Línea Media Tensión Suministro Campamento

El campamento será abastecido de electricidad a través de una conexión a la Línea de Eléctrica existente que corre paralela a la ruta CH-1.

iii. Línea Media Tensión Camino Acceso Norte-Reservorio

Dado que esta línea se desarrollará principalmente en el sector Meseta, ésta se describe en el acápite 1.4.4.5 numeral i..

iv. Línea de Alta Tensión

Dado que esta línea se desarrollará principalmente en el sector Pampa, ésta se describe en el acápite 1.4.5.1.

1.4.4 Sector Meseta

El sector meseta corresponde principalmente a la zona en donde se ubicarán las reservas de agua y, por tanto, donde tendrán lugar todas aquellas obras asociadas a la canalización del reservorio.

A continuación en la Tabla 1-9 se indican las obras y partes del sector meseta, para posteriormente describir cada una de ellas.

Tabla 1-9: Lista de Obras Sector Meseta.

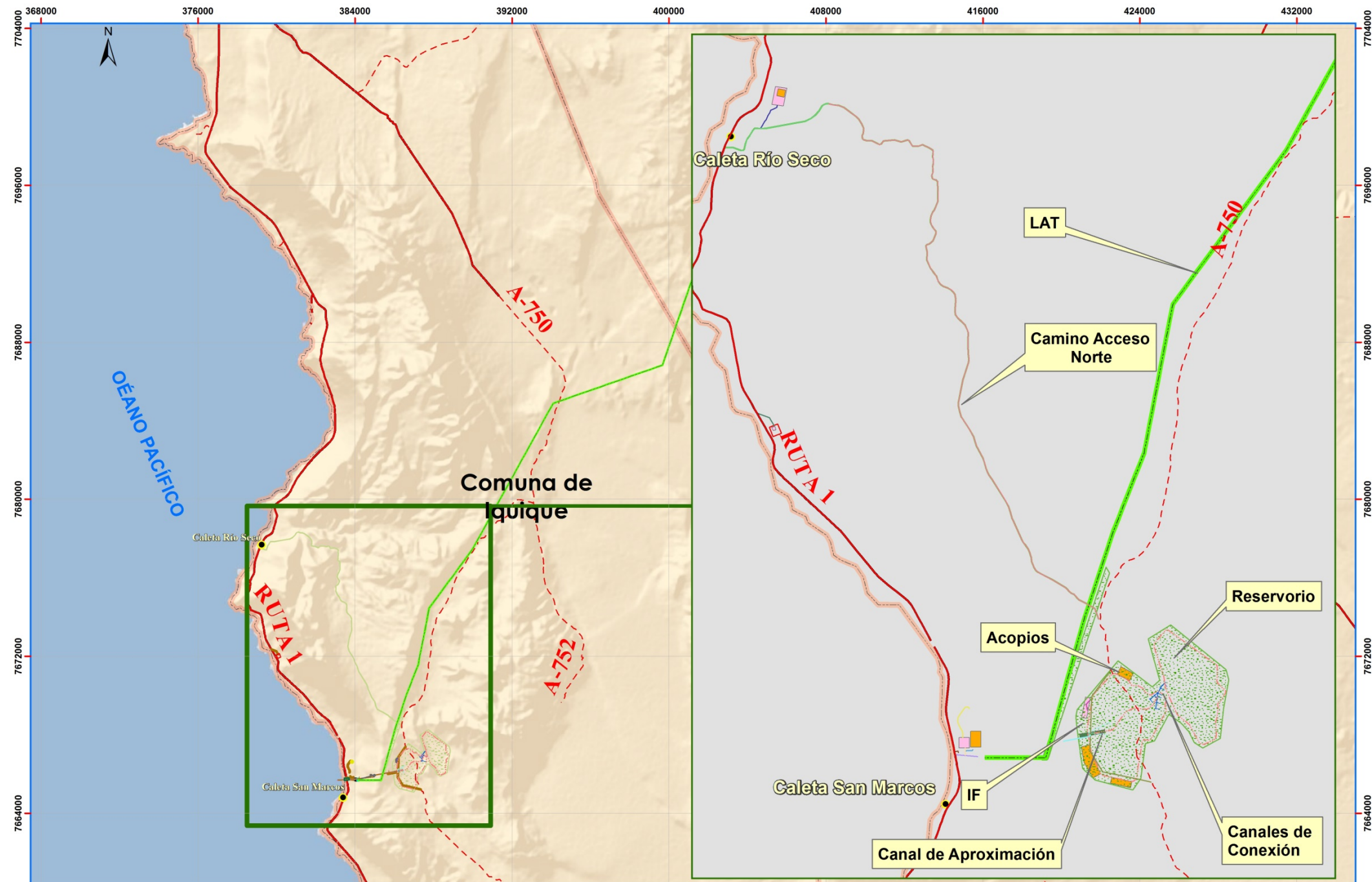
Lista de Obras		Temporalidad	Referencia Superficial
Obras	Detalle de Obras		
Reservorio	Cubierta de membrana Impermeabilizante del Reservorio	Permanente	Reservorio
	Pretiles exteriores y divisorio	Permanente	
	Canal de conexión entre cuencas	Permanente	
	Canal de Desagüe	Permanente	
	Empalme Sector Norte Reservorio Poniente	Permanente	
Toma y Descarga Reservorio	Obras de canalización del Reservorio	Permanente	Reservorio
	Canales de Aproximación	Permanente	

Portales Reservorio	Portal Túnel Superior	Permanente	Reservorio
	Camino de servicio al portal Túnel Superior	Permanente	
	Portal Chimenea de Equilibrio Superior	Permanente	
	Camino de servicio a la Chimenea de Equilibrio	Permanente	
Instalación de Faena Reservorio	Oficinas	Temporal	Reservorio
	Comedor	Temporal	
	Baños y salas de cambio	Temporal	
	Sistema de abastecimiento de agua potable	Temporal	
	Almacenamiento de combustible	Temporal	
	Bodega de almacenamiento temporal de residuos peligrosos	Temporal	
	Patio de residuos domésticos y de construcción	Temporal	
	Patio de residuos industriales	Temporal	
	Taller de mantención menor	Temporal	
	Estacionamiento y galpón para maquinaria y equipos	Temporal	
	Área para almacenamiento de materiales	Temporal	
	Planta de hormigón	Temporal	
	Sector lavado de camiones mixer	Temporal	
	Línea de Transmisión Eléctrica de Media Tensión y Transformador	Permanente	
Áreas de Acopio de material de Excavaciones Reservorio	Acopio 1	Permanente	Reservorio
	Acopio 2	Permanente	
	Acopio 3	Permanente	
	Camino de servicio al área de Acopios Reservorio	Temporal	

Polvorín	Polvorín Reservoir	Temporal	Reservoir
Caminos Sector Meseta	Camino Acceso Norte	Permanente	Reservoir
	Mejoramiento Ruta A-752	Permanente	
	By-pass ruta A-752 – Reservoir	Permanente	
	Caminos a los frentes de trabajo	Temporal	
	Caminos desde Obras del Reservoir a Acopios	Temporal	
Área Control y Comunicación	Panel de Control	Permanente	Canal de Aproximación
LMT	Camino de acceso y mantención	Permanente	Reservoir
LAT	Camino de mantención	Permanente	Reservoir

Fuente: Elaboración propia.

Figura 1-26: Ubicación Referencial de Obras Sector Meseta.



Fuente: Elaboración propia

1.4.4.1 Reservoirio

El reservorio corresponderá a dos cuencas naturales del sector, ambas unidos mediante la construcción de un canal de conexión. Este se ubica a 1 km del oriente del farellón rocoso del borde costero, a una cota de 584 m.s.n.m. aproximadamente. Su superficie es de aproximadamente 375 ha y su punto o cota más baja corresponde a 582 m.s.n.m.

A continuación en la Tabla 1-10, se indican los volúmenes del reservorio, en función de sus diferentes estados.

Tabla 1-10: Volúmenes Reservorio.

Descripción	Cota (m.s.n.m.)	Volumen (m ³)	Superficie (ha)
Volumen permanente	595	12 millones	201
Volumen base	595 - 601	15 millones	286
Volumen operación normal	601 – 608,5	25 millones	375

Fuente: Elaboración propia.

Tal como se mencionó, el reservorio está constituido por 2 cuencas naturales, que se denominarán: Reservorio Poniente y Reservorio Oriente.

El Reservorio Poniente, por su parte, presenta 2 sub-sectores que se denominarán: Reservorio Nor-Poniente y Reservorio Sur-Poniente ambos divididos por la obra llamada “*Pretil divisorio Reservorio Poniente*”.

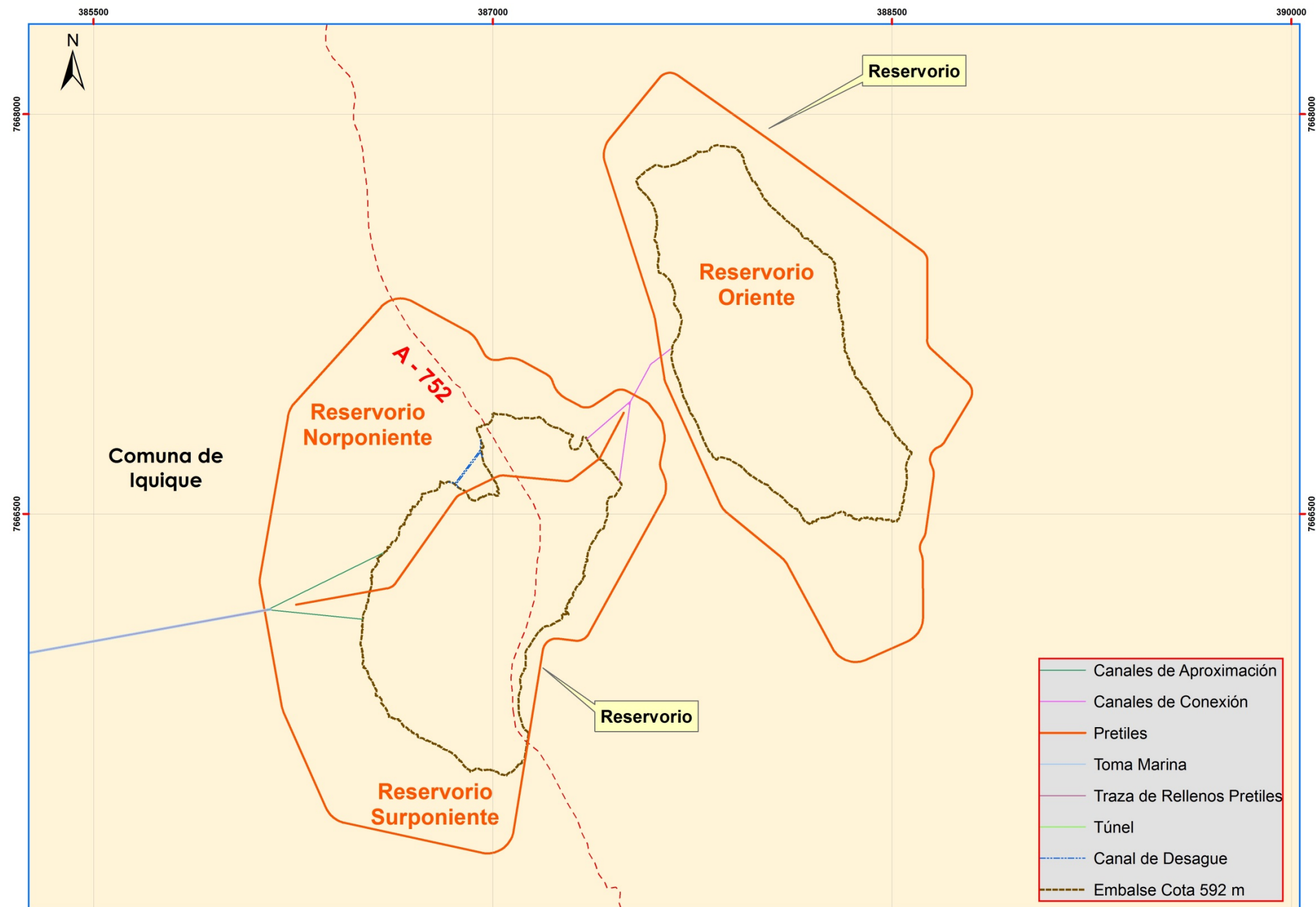
A continuación en la tabla, se indican las características de cada una de las partes que constituye el reservorio.

Tabla 1-11: Dimensión Reservorio.

Cuencas	Sub-cuencas	Superficie (ha)
Reservorio Oriente	No presenta	166,14
Reservorio Poniente	Nor-poniente	81,37
	Sur-poniente	126,74
Total Reservorio		374,25

Fuente: Elaboración propia.

Figura 1-27: Reservoirio.



Fuente: Elaboración propia

i. Cubierta de Membrana Impermeabilizante del Reservorio

El reservorio será cubierto con una membrana (solicitud de la Comunidad de San Marcos) la cual posee certificación de inocuidad para almacenamiento de agua potable.

En cuanto a la infiltración de la geomembrana, se comprende que debido a la naturaleza de su composición y capa de bitumen, estas poseen una alta impermeabilidad. A modo de referencia se presentan los siguientes parámetros.

Membrana Bituminosa:

- Espesor mínimo de la membrana 2,5 mm
- Elasticidad mínima 30%
- Resistencia al punzonamiento estático: mayor a 2,7 kN
- Componente: Arena, Bitumen Elastómero (o modificado sintético), poliéster no-tejido, velo de vidrio, film anti raíces.
- Dimensiones de los paños de las “alfombras”: min 4 m x 80 m

Figura 1-28: Membrana Bituminosa.



Fuente: Elaboración propia.

ii. Pretiles Exteriores y Divisorios

- Pretiles exteriores o de borde

Esta obra consiste en pretiles de tierra, contruidos con material proveniente de empréstito y de las excavaciones del sector, su finalidad es proveer de un límite regular para la zona de inundación, servirá de anclaje de la membrana para la impermeabilización del reservorio y servirá de camino de borde del reservorio, tiene por objeto completar el confinamiento de los embalses oriente y poniente. La cota de coronamiento de dichas obras será 610 m.s.n.m. y

tendrán un ancho de coronamiento de 6 m y una altura variable hasta los 12 m. La longitud de dichos pretils es de 6 km para el reservorio poniente y 5,6 km para el reservorio oriente.

- **Pretil Divisorio Reservorio o Central**

Tal como se mencionó anteriormente, el reservorio poniente será dividido en dos sub-reservorios. Esta división se hará mediante la construcción de este pretil. Se ha considerado construir este pretil de tierra utilizando empréstito excedentes de las excavaciones y de los túneles o comprado a un tercero autorizado. Su cota de coronamiento será igual a 601 m.s.n.m., tendrá un ancho de coronamiento de 4 m y abarcará una extensión de 1600 m desde el canal de aproximación desde donde llega el agua de mar por el túnel superior hasta el Canal de Conexión, que como su nombre indica conecta el reservorio poniente con el reservorio oriente.

- **Caminos sobre los Pretils Perimetrales**

El Proyecto considera un camino por sobre los pretils del reservorio para la circulación durante la fase de operación. Tendrá acceso restringido para personal del Proyecto. El camino tendrá 6 m de ancho.

iii. Canal de Conexión entre Cuencas

Contempla un canal horizontal excavado a la cota 602 m.s.n.m., de 7,5 m de ancho basal, 275 m de longitud aproximadamente y taludes de corte 1:2 (H:V) para excavación y relleno 2:3 (H:V) el pretil. De acuerdo a la información obtenida de los estudios efectuados mediante sísmica de refracción, en general se espera que esta obra sea excavada mayoritariamente en roca medianamente fracturada por lo que no habrá necesidad de tener que proteger sus taludes con algún tipo de revestimiento.

En el Canal de Conexión se contempla una estructura de compuertas tipo Stop log, consistente en una estructura que contiene un juego de 2 compuertas de emergencia de sección rectangular de 5 m de alto y 3 m de ancho.

Adicionalmente esta obra contempla un muro divisorio, de tal forma de continuar con el pretil del canal de aproximación, esto con la finalidad de operar la central con solo una compuerta abierta en la época que se requiera trabajar con uno de los sub-reservorios del sector poniente (norte o sur).

En el reservorio poniente este canal se divide en dos canales de aproximación que bajan de la cota 601 hasta las cota 592 m.s.n.m.

iv. Canal de Desagüe

Está ubicado en la sección Norte del Reservoirio Poniente y su función es conectar 2 sectores que quedan aislados bajo la cota 601 m.s.n.m. para mantener el flujo de agua. Este canal contará con una membrana impermeable. Tendrá alrededor de 133 m de largo, 5 m de ancho y un máximo de 4 m de profundidad aproximadamente.

1.4.4.2 Toma y Descarga Reservoirio (Sector Meseta)

i. Canalización del Reservoirio

Esta obra es la que conecta el Túnel Superior con el reservoirio. La obra de toma y descarga coincide con el trazado del pretil exterior y consiste en una estructura que contiene un juego de 4 compuertas de emergencia de sección rectangular de 5 m de alto y 3 m de ancho. La ubicación de dichas compuertas se ha previsto en la zona horizontal del canal de aproximación, de tal forma de minimizar la envergadura de la obra y de permitir la construcción de una rampa de acceso de emergencia entre la obra de toma y el portal de entrada del Túnel Superior.

Adicionalmente, en el sentido desde el portal del Túnel Superior hacia el reservoirio, se contempla la construcción de un muro divisorio que dé continuidad al pretil que divide en dos partes la cuenca Poniente del reservoirio. La finalidad de esta obra es poder operar la central con solo 2 compuertas abiertas y utilizando solo una de las partes de la cuenca Poniente, cuando el nivel del agua se sitúe bajo la cota 600 m.s.n.m. del reservoirio.

ii. Canales de Aproximación

Son dos en la cuenca Poniente del reservoirio y están conectados a la obra de toma y descarga del reservoirio.

Estas obras corresponden a 2 canales de aproximadamente 500 y 350 m de largo cada uno, que conectan los sub-reservoirios norte y sur del reservoirio poniente con la obra de toma. Estos canales comienzan en la cota 592 m.s.n.m. subiendo hasta conectarse al canal de conexión en la cota 601 m.s.n.m.; tienen un ancho basal de 10 m y taludes laterales de corte 1:2 (H:V) excavación y relleno 2:3 (H:V) el pretil. Aguas abajo de la obra de toma, los canales se refunden en uno sólo en un tramo horizontal de aproximadamente 76 m y prosigue después alrededor de 56 m con una pendiente máxima de 13% hasta llegar a la cota 584 m.s.n.m. donde se ubica el portal de aducción.

1.4.4.3 Portales Reservoir (Sector Meseta)

Al igual que en el Sector Costa, en el Sector Meseta existen portales que permiten acceder a ciertas obras subterráneas. En este caso los portales del Sector Meseta son los siguientes:

i. Portal Túnel Superior

Este Portal es la estructura de entrada al Túnel Superior que conduce el agua hacia y desde el reservorio en la parte alta de las obras subterráneas. Se ubica después de la obra de toma del reservorio. Tiene 25 m de longitud aproximadamente y 10 metros de ancho.

ii. Portal Chimenea de Equilibrio Superior

El Portal de la Chimenea de equilibrio es la estructura de hormigón que soporta el terreno en el punto en que la chimenea de equilibrio llega a la superficie.

1.4.4.4 Área Control y Comunicación Reservoir

i. Panel de Control

Consiste con un Panel cerrado de control local para la fase de operación, se utilizará para monitorear parámetros de operación de la central y contará con una cámara que permitirá observar el sector del Portal del Túnel Superior desde el Edificio de Administración y Control. Las señales se transmitirán vía fibra óptica instaladas en las líneas de transmisión de media y/o alta tensión.

1.4.4.5 Líneas Eléctricas (Sector Meseta)

En el sector meseta se podrá verificar la existencia de 2 líneas eléctricas una que tiene el propósito de alimentar de energía eléctrica las actividades constructivas del Sector Meseta durante la fase de construcción y los primeros kilómetros de la línea de alta tensión que conectará el proyecto con la sub-estación Lagunas durante la fase de operación.

i. Línea de Media Tensión Camino Acceso Norte - Reservoir

Desde la línea existente que va paralela a la CH-1, cercano a Río Seco se montará una nueva línea de media tensión que irá en la cercanía del camino de acceso norte hasta el sector del reservorio para alimentar las obras de construcción y se mantendrá durante la operación para energizar el panel de control. Un ramal de esta línea alimentará a la instalación de faena del camino de acceso norte será desmantelada una vez terminada la fase de operación.

ii. Línea de Alta Tensión

Ya que ésta línea se desarrolla principalmente en Sector Pampa, su descripción está en el acápite 1.1.1.1.

1.4.4.6 Caminos Sector Meseta

Para la interconexión de las obras que se ubican el Sector Mesetas existen diversos caminos de acceso, los cuales se pasan a describir a continuación.

Aproximadamente a 50 km al Sur de Iquique se encuentra el empalme existente que une la Ruta CH-1 con la A-750, éste será utilizado previo a la construcción del Acceso Norte, para emplazar la Instalación de Faenas del Reservorio y como alternativa de seguridad al transporte durante la construcción y operación del Proyecto.

El acceso al Sector Meseta se considera ser efectuado tanto por el actual Empalme de la Ruta CH-1 con la A-750 como por el nuevo Camino Acceso Norte.

Estos caminos también serán aprovechados para la construcción y mantención de las LMT.

Figura 1-29: Caminos Sector Meseta.



Fuente: Elaboración propia.

i. Camino Acceso Norte

Esta ruta conecta la ruta CH-1 con la ruta A-752 a 85 km aproximadamente al Sur de Iquique, cercano a Río Seco. Ésta tiene una longitud aproximada de 16 km, compuestos por 5 km de camino nuevo (proyectado) y el resto será un mejoramiento de un camino existente. Esta ruta será de doble calzada con carpeta de material granular y con un ancho de 8 m, considerando pistas de 3 m y bermas de 1 m.

ii. Mejoramiento Ruta A-752

Este tramo será de aproximadamente 0,7 km, se inicia en el empalme del camino Acceso Norte con la Ruta A-752 y termina en el empalme con el by-pass de la Ruta A-752. El camino será mejorado para el tránsito público y del Proyecto. Esta ruta será de doble calzada con carpeta de material granular y con un ancho de 8 m, considerando pistas de 3 m y bermas de 1 m a fin de evitar emisiones.

iii. By-pass ruta A-752 - Reservorio

Este camino tiene una longitud aproximada de 5 km. Dado que parte del trazado será inundado por agua, ya que coincide con el reservorio, se considera una desviación de dicha ruta hacia el poniente en el sector del reservorio.

Este trazado será de doble calzada, con carpeta de material granular y con un ancho aproximado de 8 m, se ha considerado una duración de 6 meses para su construcción.

iv. Caminos a los Frentes de Trabajo

El camino a los frentes de trabajo será aprovechando en lo posible huellas existentes.

v. Caminos desde Obras del Reservorio a Acopios

Los acopios, descritos en el acápite 1.4.4.7, estarán distribuidos al norte, sur y oeste del reservorio poniente. Para acceder a ellos, se compactará el terreno, habilitando un camino para el desplazamiento de los camiones y maquinaria para la construcción.

vi. Camino de servicio al Portal Túnel Superior

Es el camino que une la instalación de faena del Sector Meseta con el Portal del Túnel Superior.

vii. Camino de Servicio a la Chimenea de Equilibrio

Es el camino de acceso a la chimenea de equilibrio, unirá la instalación de faena con el portal de esta obra.

viii. Empalme y Camino Sector Norte Reservorio Poniente

Se considera un empalme y camino desde la ruta A-752 hacia el sector norte del Reservorio Poniente. En este sector se realizará una nueva sección de la ruta A-752, con el mismo

estándar: carpeta de material granular y con un ancho aproximado de 8 m (pistas de 3 m y bermas de 1 m).

Se ingresó ante la Dirección de Vialidad de la Región una propuesta de Convenio para realizar todos los trabajos viales relacionados con este proyecto

ix. Camino de Construcción y Mantenimiento Línea de Alta Tensión (Sector Meseta)

A lo largo de la línea de Alta tensión se desarrolla un camino de mantención, el cual será el mismo utilizado para la construcción de la Línea. Este camino al igual que la línea se describe en el Sector Pampa.

1.4.4.7 Áreas de Acopio

Como se mencionó anteriormente durante el período de construcción de las obras se han considerado distintos sectores de acopios de material de excavaciones del Reservoirio de los distintos frentes de trabajo. Todos los acopios se construirán en terrazas de 5 m de alturas y 2 m de escalón, se estima que con dos terrazas será suficiente.

El material de los trabajos de las obras superficiales y subterráneas serán reutilizados para otras obras del proyecto en la medida que su calidad sea adecuada, en un principio serán utilizados como relleno para los pretilos del Reservoirio..

La ubicación y la superficie considerada para estos acopios son las siguientes:

i. Acopio 1

El acopio N°1 estará ubicado al norte del reservorio poniente, tendrá una superficie de 4,4 ha.

ii. Acopio 2

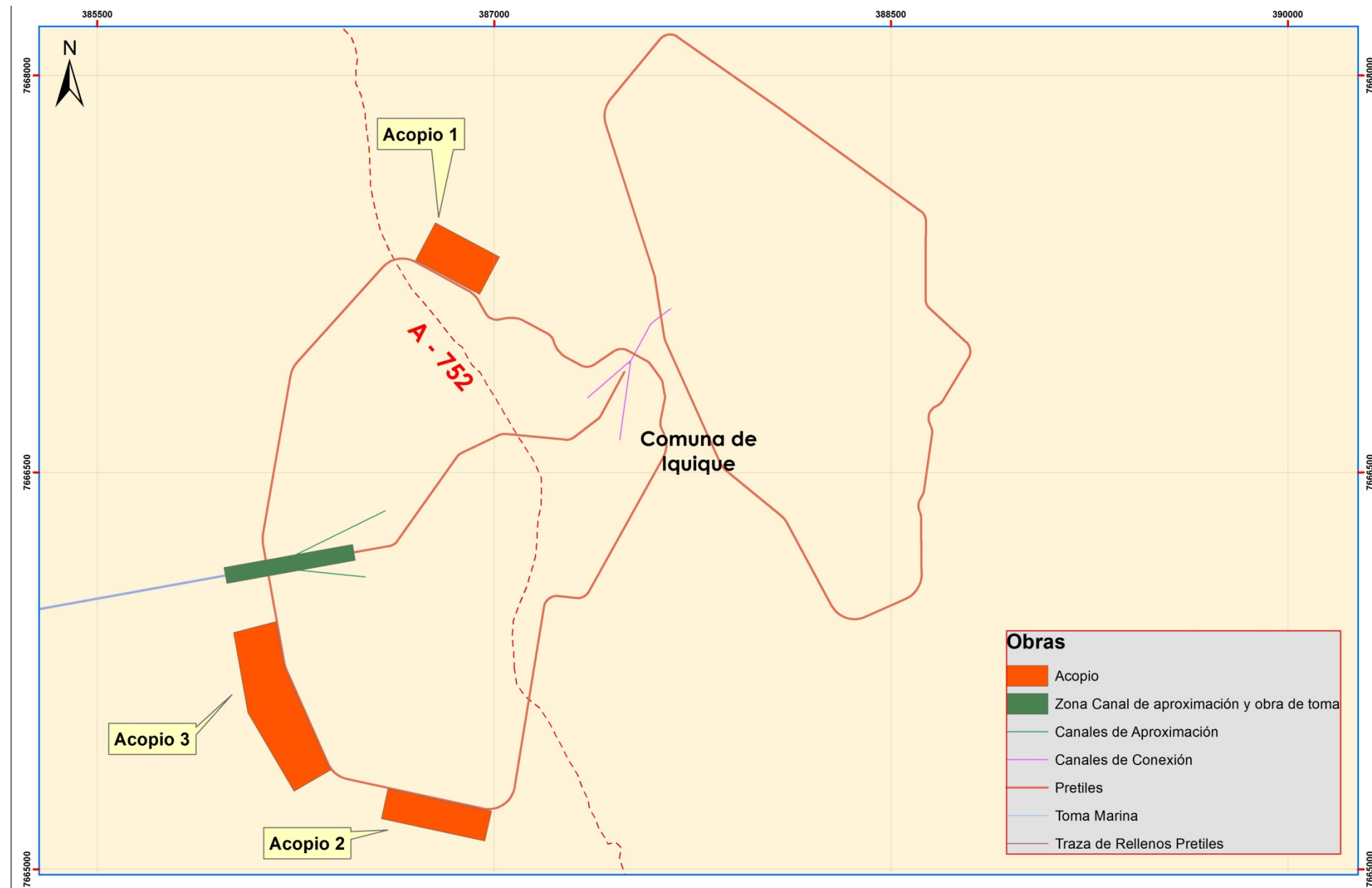
El acopio N°2 estará ubicado al sur del reservorio poniente, tendrá una superficie de 4,6 ha.

iii. Acopio 3

El acopio N°3 estará ubicado al oriente del reservorio poniente, tendrá una superficie de 11 ha.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de los acopios propuestos.

Figura 1-30: Ubicación Acopios.

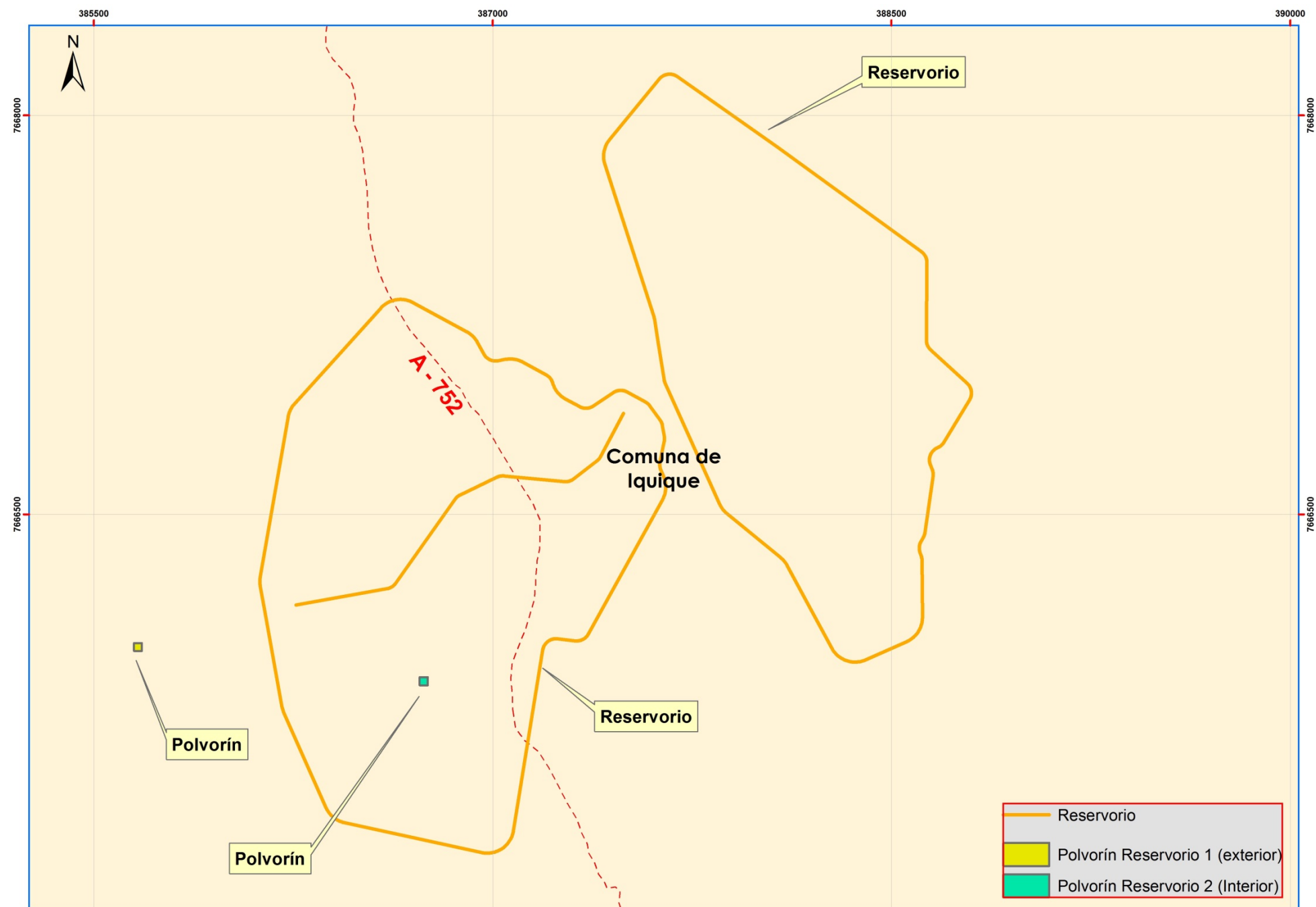


Fuente: Elaboración propia.

1.4.4.8 Polvorín Reservorio

Para almacenar los explosivos que se utilizarán durante la fase de construcción del Proyecto, se consideran dos Polvorines en el Sector Meseta, uno estará ubicado en el farellón y el otro ubicado en el reservorio sur-poniente. Ambos se ubicarán a 500 m de las instalaciones activas más próximas y ubicados dentro de una superficie de 900 m².

Figura 1-31: Ubicación Polvorines.



Fuente: Elaboración Propia.

1.4.4.9 Instalación de Faena Reservoirio

La Instalación de Faena Reservoirio tendrá las mismas características que las descritas en el acápite 1.4.3.4 (Instalación de Faenas para la fase de Construcción), con la excepción de la bodega para grupos electromecánicos.

Se considera un equipo diesel de 100 kVA para esta instalación de faena.

El material seco de desecho del lavado de camiones mixer podrá ser utilizado como relleno para los pretils del Reservoirio.

1.4.5 Sector Pampa

En el sector Pampa tendrá lugar, principalmente todas aquellas obras asociadas a la Línea de Alta Tensión del Proyecto.

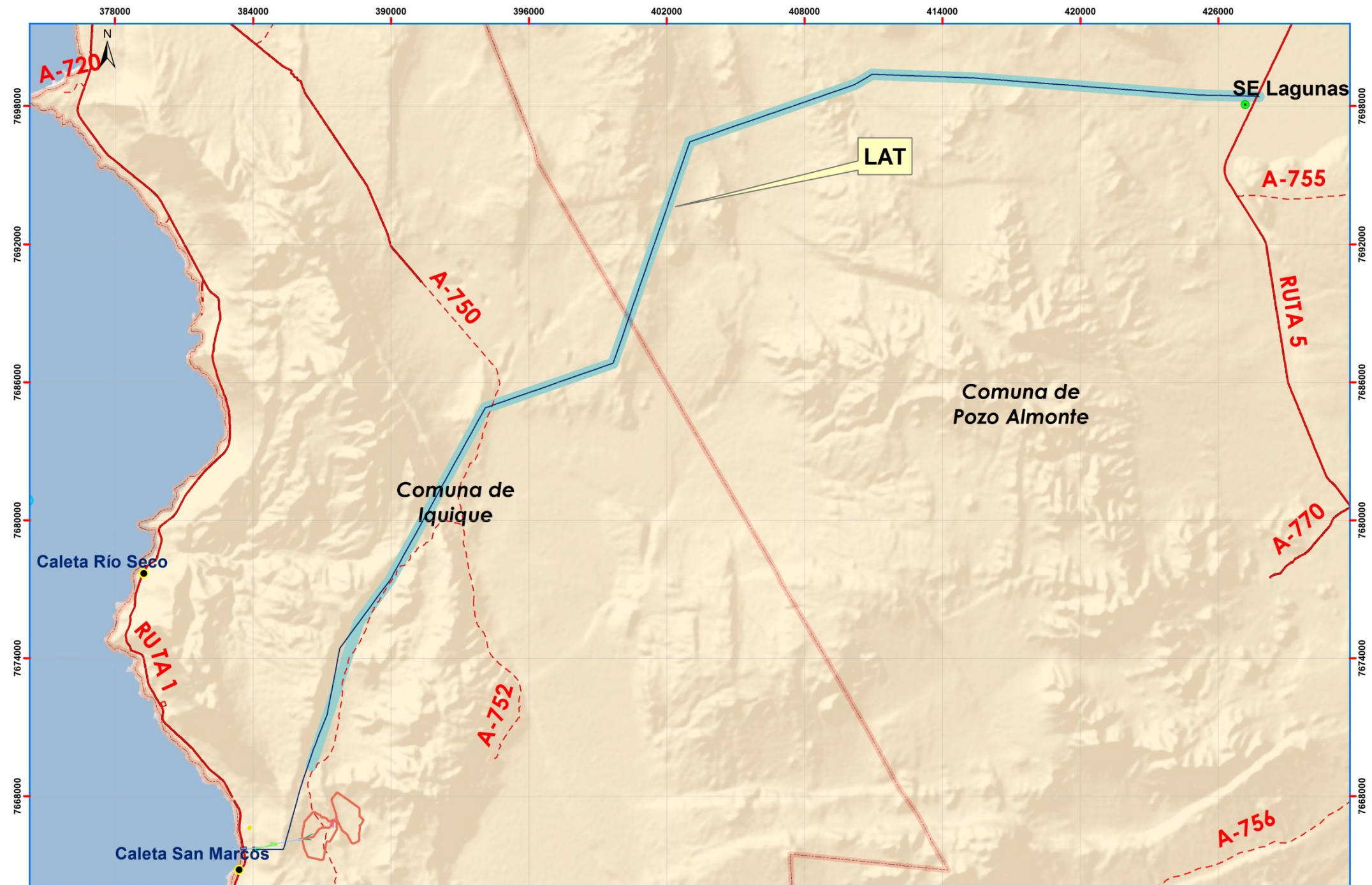
A continuación en la Tabla 1-12 se indican las obras y partes del sector Pampa, para posteriormente describir cada una de ellas.

Tabla 1-12: Lista de Obras Sector Pampa.

Lista de Obras		Temporalidad	Referencia Superficial
Obras	Detalles de Obras		
Línea de Alta Tensión	Línea de Alta Tensión	Permanente	Subestación Lagunas - Reservoirio
Camino de Servicio Línea de Transmisión Eléctrica de Alta Tensión	Camino de Servicio Línea de Transmisión Eléctrica de Alta Tensión	Permanente	
Frentes Móviles de Trabajo LAT	Oficinas	Temporal	LAT
	Baños	Temporal	
	Sistema de abastecimiento de agua potable	Temporal	
	Sitio de almacenamiento de residuos	Temporal	
	Contenedores para almacenar residuos	Temporal	
	Estacionamiento	Temporal	
	Área para almacenamiento de materiales	Temporal	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 1-32: Ubicación Referencial de Obras Sector Pampa.



Fuente: Elaboración propia.

1.4.5.1 Línea Eléctrica de Alta Tensión (Tramo Sector Pampa)

La LAT tiene un desarrollo de 65 km a través de las comunas de Iquique y Pozo Almonte. Se inicia en la S/E GIS subterránea proyectada para Espejo de Tarapacá, sale a la superficie por el portal del túnel de acceso a la Caverna de Máquinas específicamente por un pórtico (esta obra es para cambiar los cables que vienen por el túnel al tipo de cable que se usará para la LAT aérea), se apoya en dos torres desde donde sube el farellón costero y continúa por la meseta y la pampa hasta llegar a la S/E Lagunas del Sistema Interconectado del Norte Grande, SING.

El punto de llegada al farellón está aproximadamente en las coordenadas UTM 7.666.727 N – 386.121 E, a una altura cercana a los 615 m.s.n.m. y finaliza en la S/E Lagunas de coordenadas UTM 7.698.221 N – 427.843 E, a una altura aproximada de 950 m.s.n.m., localizada en la comuna de Pozo Almonte región de Tarapacá. En el tramo final, 600 metros aproximadamente antes de S/E Lagunas, se tiene previsto para una siguiente etapa una subestación seccionadora para la conexión de un futuro proyecto de energía fotovoltaica. Por esta razón, los últimos 600 m de la línea será con dos conductores por fase.

El punto más alto de la línea de transmisión se encuentra aproximadamente a 1.095 m.s.n.m. La LAT será de doble circuito, tendrá una tensión nominal de 220 kV y una capacidad de transmisión nominal de 300 MVA.

La LAT tendrá 202 torres a lo largo del trazado, contará con una franja de servidumbre definida para cada vano.

El conductor principal que se utilizará en la LAT es un conductor AAAC TOPAZ, cuyas características principales se resumen en la Tabla a continuación.

Tabla 1-13: Características del Conductor TOPAZ.

Item	Característica
Tipo	AAAC
Nombre de código	TOPAZ
Sección transversal	673,7 mm ²
Cantidad de alambres	61
Diámetro del conductor	33,8 mm
Peso nominal del conductor	1863 kg/km

Carga de rotura	18.300 kg
Módulo de elasticidad	6250 kg/mm ²
Coefficiente de temperatura	23 x 10 ⁻⁰⁶ (1/°C)

Fuente: Elaboración propia.

La LAT utiliza un cable de guardia tipo OPGW en toda la línea, cuyas características se resumen en la siguiente Tabla.

Tabla 1-14: Características del Cable de Guardia OPGW.

Item	Característica
Tipo	OPGW
Número de fibras	24
Sección transversal	96,26 mm ²
Diámetro	13,4 mm
Peso nominal	0,535 kg/m
Carga de rotura	8.354 kg
Módulo de elasticidad	15.392 daN/mm ²
Coefficiente de temperatura	12,4 x 10 ⁻⁰⁶ (1/°C)

Fuente: Elaboración propia.

Se instalarán amortiguadores en toda la extensión de la línea para los conductores AAAC-TOPAZ, para reducir al mínimo las oscilaciones del subvano, amortiguar las vibraciones eólicas y mantener la estabilidad de los conductores. Para los cables de guardia OPGW se instalarán amortiguadores tipo Stockbridge.

Figura 1-33: Amortiguador Tipo Stockbridge.



Fuente: Elaboración propia.

Las estructuras de la línea de transmisión serán de circuito doble, metálicas, enrejadas, autosoportantes y de acero galvanizado en caliente. La familia de estructuras propuestas son de suspensión tipo S220, anclaje tipo A220 y remate tipo R220. La característica de cada tipo de estructura se muestra en el siguiente detalle:

Tabla 1-15: Características de la Estructura Suspensión.

Item	Característica
Tipo de torre	Suspensión
Denominación	S220B+3
Características	Estructura de suspensión metálica, enrejada y autosoportante, con disposición vertical de conductores. Para ángulos de deflexión normal de 1° y máximo 5°.
Altura cruceta inferior	22,28 m
Altura total torre	39,08 m
Crucetas	Triangular
Material	Acero galvanizado en caliente.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 1-16: Características de la Estructura Anclaje.

Item	Característica
Tipo de torre	Anclaje
Denominación	A220C+0, A220D+0
Características	Estructura de anclaje metálica, enrejada y autosoportante, con disposición vertical de conductores. Para ángulos de deflexión de 0° a 30° o de 30° a 60° según corresponda.
Altura cruceta inferior	19,93 m, 19,30 m
Altura total torre	38,89 m, 37,44 m
Crucetas	Triangular y Rectangular respectivamente
Material	Acero galvanizado en caliente.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 1-17: Características de la Estructura Anclaje-Remate.

Item	Característica
Tipo de torre	Remate
Denominación	R220B+0
Características	Estructura de Anclaje – Remate metálica, enrejada y autosoportante, con disposición vertical de conductores. Para ángulos en Anclaje de 60° a 90° y Remate de 0° a 30°.
Altura cruceta inferior	19,30 m
Altura total torre	37,64 m
Crucetas	Rectangular
Material	Acero galvanizado en caliente.

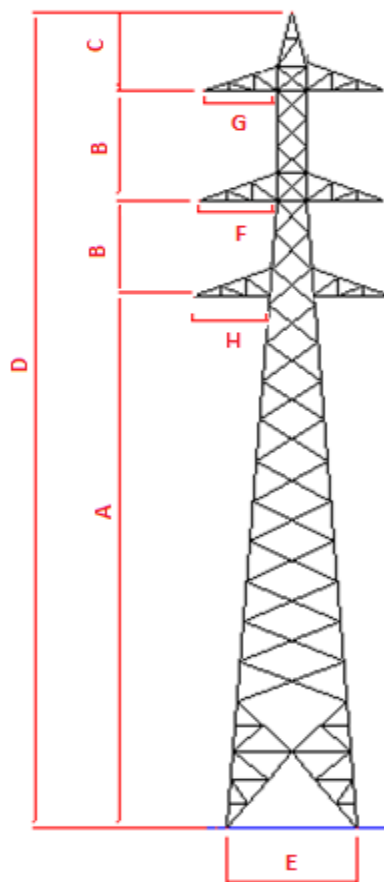
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 1-18: Características de la Estructura Especiales.

Item	Característica
Tipo de torre	Especial
Denominación	VE- Arriba ; VE-Abajo
Características	Estructura de Anclaje metálica, enrejada y autosoportante, con disposición horizontal de conductores. Se utiliza para subir el farellón costero.
Altura cruceta inferior	50 m ; 40 m
Altura total torre	53,5 m ; 43,5 m
Crucetas	Rectangular
Material	Acero galvanizado en caliente.

Fuente: Elaboración propia.

Las dimensiones de las estructuras se muestran en la Tabla 1-19 asociada la Figura 1-34. Las dimensiones de cada una de ellas están expresadas en milímetros.

Figura 1-34: Geometría de Estructuras.


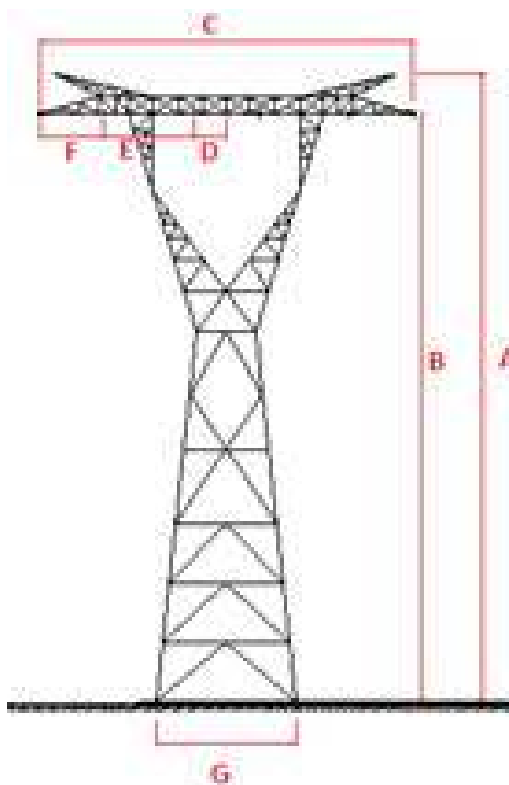
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 1-19: Dimensiones para los Diferentes Tipos de Estructuras.

Tipo de estructuras	Dimensiones (mm)							
Tipo de Estructura	A	B	C	D	E	F	G	H
S220B+3 HT=39,08 con 4 Patas ± 0	22.280	6.200	4.400	39.080	3.959	4.650	3.350	4.100
A220C+0 HT=38,89 con 4 Patas ± 0	19.930	5.800	7.360	38.890	6.270	4.150	3.610	3.850
A220D+0 HT=37,44 con 4 Patas ± 0	19.300	5.800	6.540	37.440	6.062	3.450	2.950	3.150
R220B+0 HT=37,64 con 4 Patas ± 0	19.300	5.800	6.740	37.640	6.062	3.565	3.065	3.200

Fuente: Elaboración propia.

Figura 1-35: Geometría de Estructuras Especiales.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 1-20: Dimensiones Estructuras Especiales.

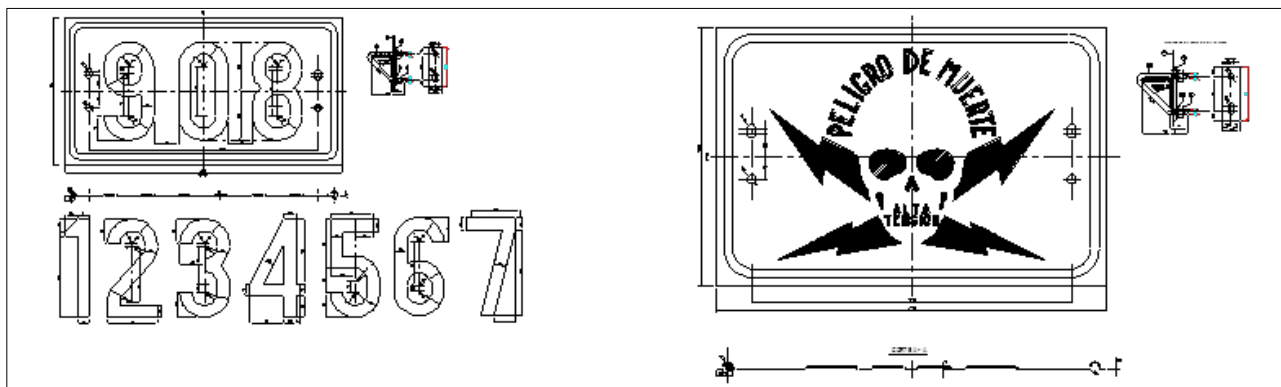
Tipo de estructuras	Dimensiones (mm)						
Tipo de Estructura	A	B	C	D	E	F	G
VE-Arriba ; HT = 53,5	53.500	50.000	33.500	3.250	7.000	6.500	9.000
VT-Abajo ; HT = 43,5	43.500	40.000	33.500	3.250	7.000	6.500	9.000

Fuente: Elaboración propia.

Las estructuras proyectadas para la LTE contarán con los siguientes accesorios.

- Placas de numeración
- Placas de peligro de muerte

Figura 1-36: Placas de Numeración y Peligro de Muerte.



Fuente: Elaboración propia.

Para la aislación de la LTE, se utilizará preferentemente vidrio (por sobre el polímero) con las siguientes recomendaciones:

- N° aisladores cadena suspensión: 16
- N° aisladores cadena anclaje: 17
- Distancia de fuga cadena de aisladores suspensión: 9.255 mm
- Espaciamiento en aire frecuencia industrial : 0,90 m
- Espaciamiento en aire maniobra: 2,00 m
- Longitud mínima de la cadena de aisladores: 3,2 m

Tabla 1-21: Características de los Aisladores.

Item	Característica
Material del aislador	Vidrio Templado
Tipo de aislador	Antineblina
Diámetro nominal mínimo	330 mm
Paso nominal	170 mm
Distancia de fuga mínima aislador	555 mm
Tipo de acoplamiento	Bola y rótula (ball and socket) tamaño 16 mm A, para las cadenas de suspensión y de anclaje, según Publicación IEC 120.
Resistencia mecánica residual aislador de suspensión	168 kN
Resistencia mecánica residual aislador de anclaje	210 kN

Fuente: Elaboración propia.

Todos los aisladores dispondrán de una golilla de zinc.

Las distancias mínimas admisibles de los conductores al suelo medidas verticalmente en metros, según lo establece la norma NSEG.5 E.n.71 “Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Corrientes Fuertes” serán las siguientes:

Tabla 1-22: Distancias Mínimas del Conductor al Suelo.

Características de tránsito	Distancia
Regiones poco transitables y sin actividad agrícola (montañas, cerros y cursos de agua no navegables)	7,32 m
En cruce de caminos secundarios o sin pavimentar.	7,82 m
Regiones transitables (localidades, caminos principales, y plazas públicas)	7,82 m

Fuente: Elaboración propia.

Los conductores se diseñarán para mantener una distancia horizontal mínima a las construcciones, según lo establece la norma NSEG.5 E.n.71 Art. 109.2 “Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Corrientes Fuertes”, la que se calcula según la siguiente ecuación:

$$\text{Distancia entre conductor y construcciones} = 2,5 + 0,01 \times V(\text{kV})$$

Dada la tensión nominal de la línea de 220 kV, la distancia horizontal mínima entre el conductor y las construcciones será de 4,92 metros, más la desviación de los conductores por efecto del viento, con una inclinación mínima de las cadenas de 33,23°.

Según lo establece la Norma NSEG 5 En.71 Art. 106.2 “Reglamento de corrientes fuertes” en su artículo N°106, la separación entre fases al centro del vano para conductores de secciones mayores a 33 mm² y en ausencia de sobrecarga en hielo, será calculada mediante la siguiente expresión:

$$D_{FF} = 0,2\sqrt{f} + \frac{kV}{130}$$

Dónde:

D_{FF} : Separación entre fases requerida, en metros

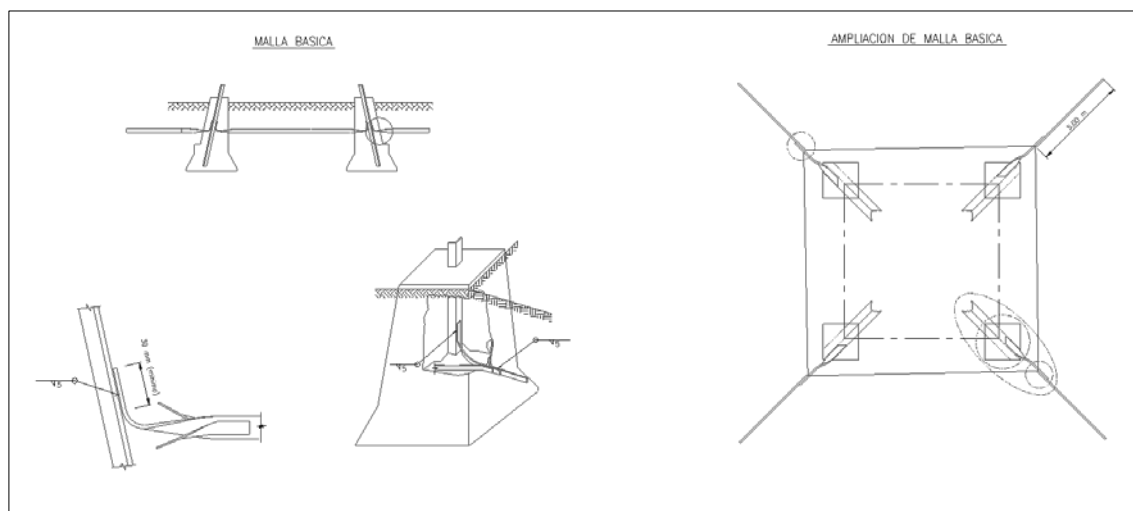
f : Flecha a temperatura máxima del conductor, en metros

kV : Voltaje de la línea entre fases, en kV

Todas las estructuras llevan al menos una conexión a tierra permanente, y el valor máximo de resistencia a tierra es tal que posibilita la operación normal de las protecciones.

La malla de puesta a tierra de cada una de las estructuras será con pletina de acero galvanizado y los chicotes de conexión entre la malla de tierra y la estructura, será mediante soldadura eléctrica al stub de cada pata de la estructura. La malla de puesta a tierra se ubicará como mínimo a 600 mm ± 50mm bajo el nivel del terreno. Cuando la excavación deba hacerse en roca, la profundidad de la zanja será de 20mm ± 5mm en dicha roca.

Figura 1-37: Esquema tipo de Mallas Puesta a Tierra.



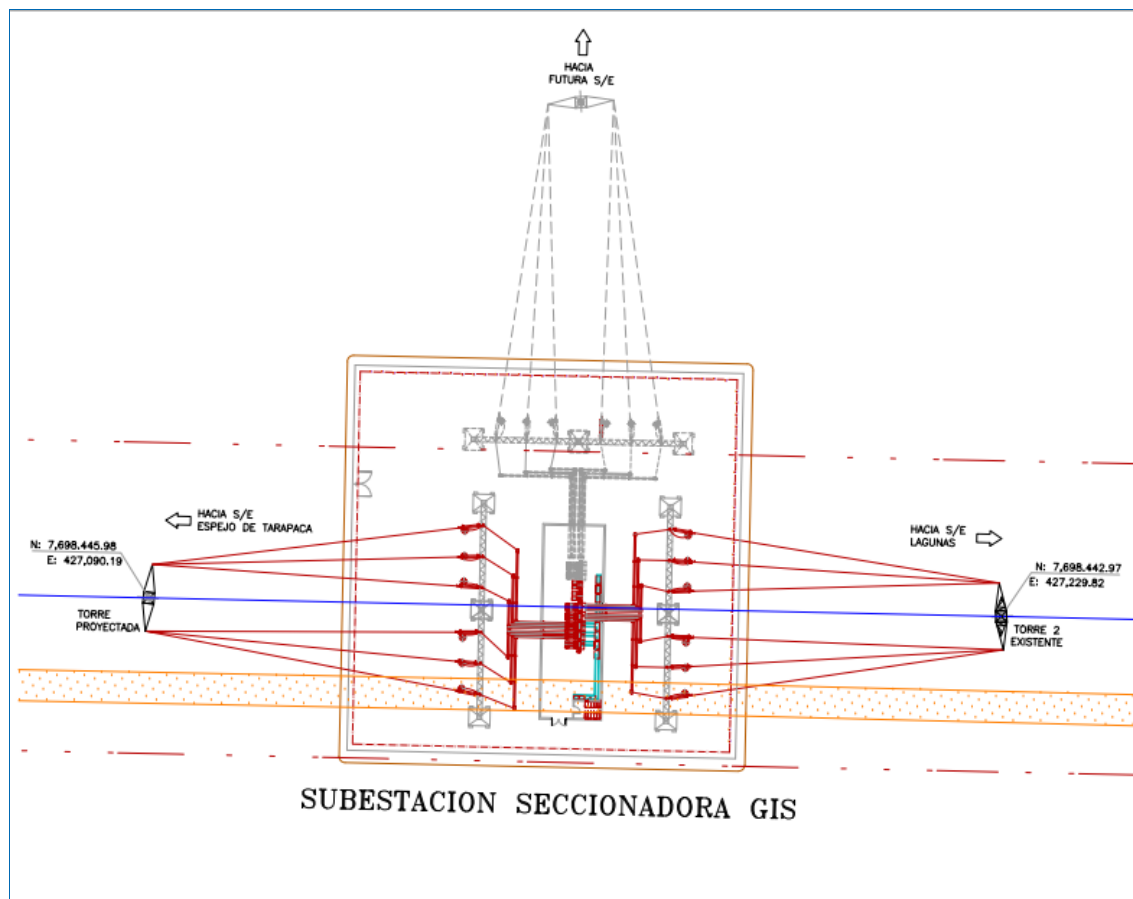
Fuente: Elaboración propia.

La estimación de la superficie de la LAT está compuesta por los caminos acceso a las torres que abarca una superficie de 0,7 ha aproximadamente que serán los realmente intervenidos con excavaciones, rellenos y fundaciones para los apoyos de las 202 torres (36 m² por 202 torres). El camino de servicio de la LAT abarcará una superficie de 26 ha.

i. Subestación Seccionadora

Entre la tercera y cuarta torre antes de la acometida a la S/E Lagunas se tiene previsto a futuro la construcción de una S/E seccionadora tipo GIS que contempla seis posiciones. Su ubicación y emplazamiento, como es indica en la Figura 1-38, y su construcción es parte de otra etapa del proyecto.

Figura 1-38: Disposición Futura S/E Seccionadora.



Fuente: Elaboración propia.

1.4.5.2 Camino de Servicio Línea Transmisión Eléctrica de Alta Tensión (Sector Pampa)

El camino de servicio a utilizar por la LAT será el mismo camino utilizado para la construcción y es de aproximadamente 67 km con un ancho promedio de 3,5 m.

1.4.5.3 Frentes Móviles de Trabajos LAT (Sector Pampa)

Se considera el despliegue de frentes de trabajo móviles de acuerdo al avance de la construcción de la LAT.

Dentro de sus instalaciones considera:

ii. Oficina

Será de tipo modular y será utilizado por personal contratista.

iii. Baños

Se contará con baños químicos según lo estipulado en el D.S. N° 594.

iv. Sistema de Abastecimiento de Agua Potable

El agua potable para beber será abastecida mediante bidones.

v. Sitio de Almacenamiento de Residuos

Tendrá un sitio para el almacenamiento de residuos domésticos e industriales, de forma separada y ordenada.

vi. Contenedores para Almacenar Residuos Peligrosos

Serán almacenados en contenedores debidamente rotulados y trasladados periódicamente a la instalación de faena del Sector Meseta.

vii. Estacionamientos

Contará con estacionamientos para vehículos livianos y pesados.

viii. Área para el Almacenamiento de Materiales

Tendrá un sector para almacenar materiales de construcción de la LAT.

1.5. Descripción de la Fase de Construcción

1.5.1 Sector Submarino

En este sector se llevarán a cabo las obras asociadas a la obra de toma y descarga de agua marina, y cuyos métodos y detalles de construcción se detallan a continuación.

1.5.1.1 Toma y Descarga Submarina

Para la construcción de las obras asociadas a la toma y descarga de agua marina, se realizará una perforación en el fondo marino mediante la utilización del método constructivo llamado “*Tiro Noruego*”, el cual consiste en construir la salida del túnel desde el interior del túnel dinamitando la última sección. El material que se originará por la voladura caerá dentro del túnel en una

cavidad expresamente hecha para tal efecto, de manera de mantener despejado el túnel. Al realizar la explosión, el agua de mar ingresará junto con el material al túnel inferior del proyecto.

Para evitar el ingreso de peces o cualquier otro elemento presente en la zona, se instalará la obra de toma/descarga. Se estima un plazo de 6 meses para su instalación y montaje.

Cabe recordar que esta obra cumple una doble función, de día es la toma de agua que se bombea al reservorio y durante la generación de electricidad en horas de la noche es la obra de descarga de agua al mar.

Las dimensiones de la obra consideran la velocidad de contacto con el medio marino, la dirección de los flujos de agua, la profundidad de entrada de la luz y las distintas capas de la columna de agua en el sector. Se anclará al fondo rocoso el anillo de hormigón y sobre él se montará la reja con pletinas de 1 cm separadas por 5 cm. Para soportar la tapa superior se instalará una estructura especial entre la boca de la toma/descarga y el anillo de esta tapa. La tapa estará rodeada por reja dispuesta en forma horizontal hasta cubrir toda la estructura, es decir hasta llegar a los 16 m de diámetro.

Todos los elementos constitutivos de esta obra serán prefabricados y transportados por mar hasta el sitio para su posterior montaje por buzos especializados en estas faenas.

1.5.2 Sector Subterráneo

En el sector Subterráneo tendrán lugar todas aquellas obras asociadas al túnel de aducción y sus partes, y se ubican bajo la planicie costera hasta el farellón.

1.5.2.1 Construcción Túneles, Chimeneas y Ventanas

El Sector Subterráneo considera la construcción de los siguientes Túneles, Chimeneas y Ventanas:

- Túnel Inferior
- Ventana de acceso a pique de Compuertas del Túnel Inferior
- Chimenea de Equilibrio Inferior
- Túneles o Galerías Auxiliares
- Túnel de Acceso a la Caverna de Máquinas
- Túnel Blindado
- Chimenea de Equilibrio Superior
- Túnel Superior

La construcción de estas obras comenzará con la excavación en roca, se ejecutará por el sistema *Drill&Blast* utilizando equipo convencional de minería subterránea sobre neumáticos.

Para las excavaciones y sostenimiento se utilizarán de forma sistemática los siguientes materiales: explosivos, pernos para roca, hormigón proyectado reforzado con malla de acero o fibras, marcos noruegos o marcos de acero reticulares. Eventualmente se utilizarán marchiavantis (constituidos por barras de acero hincadas o inyectadas), paraguas de pernos auto perforantes o de tubos, inyecciones de consolidación y/o impermeabilización.

Se contempla la utilización, de a lo menos, de los siguientes tipos de equipos:

- Jumbos para la perforaciones.
- Cargadores y camiones para el carguío y transporte de la marina.
- Plataformas móviles para la instalación de los pernos y marcos.
- Camiones mixer para el transporte del hormigón proyectado.
- Máquinas shotcreteras.
- Bombas para hormigón.

El ciclo normal de construcción contempla las siguientes actividades secuenciales:

- Perforación
- Carguío de explosivos
- Disparo
- ventilación
- Mapeo geológico
- Acuñamiento
- Sostenimiento

Como elementos de apoyo se requiere de equipos de ventilación, iluminación, tuberías de agua y tuberías de aire.

1.5.2.2 Trifurcaciones

Las trifurcaciones, que permitirán durante la operación dividir la captación de agua de mar en 3 escurrimientos, consistirá en estructuras blindadas en acero con las siguientes características:

- Ramales inferiores o de descarga: Son tres (3) y conducen las aguas desde la Caverna de Máquinas hasta el Túnel Inferior. Cada uno de ellos es una tubería de 2,75 m de diámetro interior, en la zona blindada con acero. La longitud de cada uno de ellos es de 64 m, 75 m y 86 m para las unidades 1, 2 y 3 respectivamente.

- Ramales superiores o de aducción: Son tres (3) los Ramales de la Aducción, cada uno de ellos es una tubería de acero de 2 m de diámetro interior con blindaje de acero, se inician en la trifurcación y termina al ingresar a la Caverna de Máquina, las longitudes de cada uno de ellos es de 36 m, 33 m y 30 m para las unidades 1, 2 y 3 respectivamente

1.5.2.3 Construcción Caverna de Máquinas

El Sector Subterráneo considera la construcción de la Caverna de Máquinas y las obras descritas en el acápite 1.4.2.2.

La Caverna será excavada con el método de *Drill & Blast*, de la misma forma que los Túneles descritos en el acápite anterior.

El ingreso a la construcción será a través del Túnel de Acceso a la Caverna y una vez que se llegue a la zona de la caverna, se avanzará bajando y excavando en bancos hasta completar toda la altura de la caverna.

1.5.2.4 Construcción de Piques

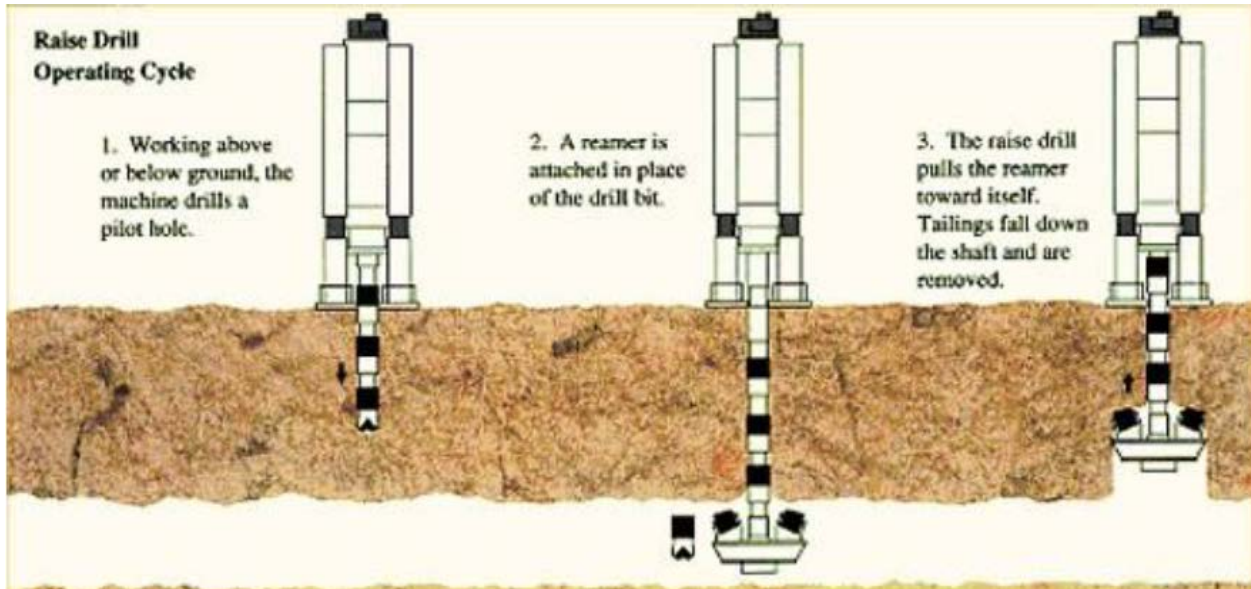
El Sector Subterráneo considera la construcción de los siguientes Piques:

- Pique de Compuertas del Túnel Inferior
- Pique en Presión
- Pique de Chimenea de Equilibrio Superior

El Pique de Compuertas del Túnel Inferior se excavará mediante el método convencional de perforación y voladura (D&B de sus siglas en inglés Drill and Blast), excavado verticalmente en forma secuencial, comenzando por una perforación inicial menor, la que se ensanchará desde arriba hacia abajo extrayendo la marina por el túnel inferior.

El Pique en presión se construirá una vez excavado el Túnel Superior hasta el punto alto del pique, ahí se instalará el equipo Raise Borer que ejecutará, en primera instancia, la perforación piloto en toda su altura hasta el punto bajo en la zona del codo de llegada a la caverna. Una vez terminada la excavación del túnel de acceso a la caverna con el túnel o galería auxiliar hasta este punto, se enganchará el escariador a 4,2 m de diámetro, procediéndose a terminar la perforación de abajo hacia arriba, vía ensanches sucesivos.

Figura 1-39: Método Constructivo Rase Boring.



1.5.2.5 Construcción Túnel Blindado

El túnel blindado será construido de forma similar a lo descrito para la construcción de los otros túneles. Tiene aproximadamente 120 m de longitud, ubicado entre el pique en presión y la caverna de máquinas. El sostenimiento se realizará según la calidad del terreno pudiendo ser de hormigón o de hormigón y blindaje de acero. Se estima que se utilizará hormigón y blindaje de acero principalmente.

1.5.2.6 Construcción Subestación Eléctrica

Considerando que la Subestación Eléctrica es del tipo GIS, este equipo requiere muy poco espacio y será instalada en la parte superior de la Caverna de Transformadores, la cual será construida según el método descrito anteriormente.

1.5.3 Sector Costa

El sector Costa contempla la mayoría de las obras y acciones asociadas a las instalaciones superficiales, tanto temporales como permanentes del proyecto. A continuación se describen las actividades de construcción de cada una de ellas.

1.5.3.1 Área de Operaciones

i. Edificio de Administración y Control

Esta obra se ubica en la superficie próxima a la Caleta San Marcos. La estructura principal es de hormigón armado in situ en muros, vigas, pilares, cadenas, losas y fundaciones que tendrán una profundidad máxima de 1,5 m bajo el terreno natural. En la fabricación del hormigón armado in situ se utilizarán los siguientes materiales:

- Áridos (gravilla, arena)
- Cemento
- Agua
- Aditivos
- Moldes de madera o metálicos

También se considera la colocación de barras de refuerzo de acero que estarán almacenados en la faena. El contratista podrá optar por el suministro de las barras ya dobladas o realizar trabajos de doblado y corte eventual de las barras en un sitio seguro de la Instalación de Faenas del sector costero de San Marcos.

Exteriormente, el edificio de Administración y Control tiene una fachada ventilada en su vista poniente, con revestimiento lateral de paneles galvanizados y prepintados. En su interior tiene tabiques divisorios livianos con resistencia al fuego F-30, puertas de acero para exteriores y ventanas de aluminio simples y de termopanel, cielos falsos y pavimentos cerámicos y vinílicos.

ii. Edificio de Taller, Bodega y Grupo Diésel

El Edificio de Taller tendrá una estructura metálica, una losa de hormigón y estará completamente techado y cerrado. La superficie será de 260 m².

Este taller comprende una bodega con una superficie de 18 m², además cuenta con una bodega para almacenar residuos peligrosos (2 x 2 m) y un patio para almacenar residuos industriales (2 x 2 m).

En el extremo oriente de este edificio se ubicará el recinto para el grupo diésel de emergencias.

iii. Estacionamientos

Para el emplazamiento de los estacionamientos (alrededor de 12) de vehículos livianos se harán algunos movimientos de tierra menores con el fin de emparejar el terreno. Se demarcarán las divisiones de cada estacionamiento con pintura de color. Toda el área de estacionamientos, así como también el camino se arriba a estos, será asfaltada.

iv. Patio de Residuos Industriales y Bodega de Acopio Temporal de Residuos Peligrosos

El patio de residuos industriales no peligrosos estará ubicado en a un costado de la instalación de faena y tendrá una superficie de 500 m². Será cercado por una malla metálica en todo su perímetro y tendrá una puerta de acceso controlada.

Para el acopio adecuado de los residuos peligrosos se tomarán las siguientes consideraciones:

- Se dispondrá de un lugar especialmente construido para el almacenamiento transitorio de residuos peligrosos, el que estará diseñado y ubicado de tal manera que ante la posibilidad de una emergencia no ponga en riesgo a las personas, medio ambiente y las instalaciones propias.
- Este lugar será un recinto cerrado con bastidores y malla de acero de 2,20 m de altura, que contará con un piso de radier de cemento con foso captador de derrame para los aceites. El techo será cubierto, con planchas de zinc, que cubrirán todo el recinto y que deberá sobresalir a los menos 30 cm, en todos sus costados.
- Los sectores de acopio temporal de residuos peligrosos serán señalizados según tipo de desechos, esto es: baterías, aceites, lubricantes y grasas.
- Se instalará a lo menos un extintor multipropósito ABC de 10 kg más un kit antiderrame.
- El ingreso al área se mantendrá cerrado y controlado por personal autorizado.
- Se llevará un control de inventario tanto para el ingreso como los egresos de residuos peligrosos.
- Se contará con las correspondientes hojas de seguridad.

La frecuencia de retiro de los desechos peligrosos dependerá de la cantidad que se genere y de la emisión de los permisos necesarios para retirar los desechos a su destino final. Los desechos peligrosos serán retirados y dispuestos finalmente por alguna empresa autorizada a quien se le contratará el servicio de traslado y disposición final. Para mantener el control sobre el transporte y disposición de los residuos peligrosos se implementará una cadena de custodia, exigiéndose el comprobante de disposición de los residuos en instalaciones autorizadas.

v. Planta de tratamiento de Aguas Servidas (PTAS)

La planta de tratamiento de aguas servidas es de tipo modular, para ello se realizarán movimientos de tierra menores para instalar los módulos.

vi. Líneas de Transmisión Eléctrica de Media Tensión

La Líneas de Transmisión Eléctrica de Media Tensión tendrán postes de 11,5 m de altura. La excavación para la instalación de los postes tendrá una profundidad de 2 m.

1.5.3.2 Planta Desalinizadora

La construcción de la Planta Desalinizadora comenzará con nivelar el terreno para obtener una superficie estable en donde se instalarán 3 contenedores metálicos del tipo marítimo y 2 filtros. Los contenedores y los filtros irán anclados al suelo y consideran malla a tierra como protección. También se instalarán los ductos que permiten su operación (captación, descarga y distribución del agua potable).

La Planta Desalinizadora abarca aproximadamente 120 m².

1.5.3.3 Portales Costa

El Sector Costa considera la construcción de los siguientes Portales:

- Portal de la Ventana de Acceso al Pique de Compuertas
- Portal del Túnel de Acceso a la Caverna de Máquinas

Los portales tendrán las mismas características de construcción, esto quiere decir que serán de hormigón, se utilizarán camiones mixer, moldes metálicos y/o de madera y enfierradura. Para la construcción también se hará uso de explosivos.

1.5.3.4 Instalación de Faena para la Construcción del Campamento

La instalación de faena para la construcción del campamento será sobre fundaciones de madera (tacos de apoyo) o de hormigón o similar y se montará la infraestructura consistente principalmente en contenedores adaptados. Los materiales, equipos y estructuras se transportarán mediante camiones. Algunas obras requerirán el uso de grúas y equipos pesados.

1.5.3.5 Campamento

El campamento contará con una infraestructura basada en un sistema prefabricado de madera y/o módulos metálicos, tipo contenedor. Serán estructuras de ensamble en terreno, adaptadas a las necesidades de espacio y uso. Se estima un plazo de 5 meses para su construcción.

1.5.3.6 Instalación de Faena para la Fase de Construcción (Sector Costa - San Marcos)

La Instalación de Faena Construcción será construida de la misma forma que lo descrito en el acápite 1.5.3.4. (Instalación de Faena para la Construcción Campamento). Esta Instalación de faena además contará con una Planta de Hormigón y será de dimensiones mayores a la descrita en el acápite mencionado.

1.5.3.7 Construcción de Caminos Sector Costa

En el Sector Costa se considera la construcción de los siguientes Caminos y Empalmes:

- Camino de acceso norte (Tramo Caleta Río Seco)
- Empalme y camino hacia el Campamento
- Empalme y camino a sector Edificio de Administración y Control, taller y acceso al túnel de acceso a caverna de máquinas
- Caminos de servicio al Área Acopios e Instalaciones de Faena del área Río Seco y en el sector San Marcos
- Camino de servicio para el Área de Pique Compuertas
- Camino de servicio a Acceso Polvorín

Cabe mencionar que al inicio de la fase de construcción se habilitarán los caminos que serán utilizados por el Proyecto. El diseño ha considerado privilegiar huellas existentes, de tal forma de minimizar la intervención del terreno. Todos los caminos tendrán la misma forma de construcción.

Las principales actividades consistirán en movimientos de tierra y compactación; en el caso del camino acceso norte y la red de caminos secundarios de carácter permanente se procederá a la aplicación de bischofita, otro material similar o humectación. Finalmente se instalará la señalética que corresponda, conforme a la regulación vigente.

Se considera la utilización de un equipo convencional para la ejecución de todos los caminos permanentes y provisorios, compuesto de palas retroexcavadoras, bulldozer, cargador frontal, camiones tolva, motoniveladoras, rodillos, cinta seleccionadora, camiones de servicio y

combustible. En caso que esta maquinaria no sea suficiente para abrir las huellas del camino, ocasionalmente se contempla el uso de explosivos. En general se considera obtener el material para los terraplenes desde las excavaciones laterales y el eventual exceso de cortes será depositado lateralmente como sobreanchos de la plataforma. De la misma forma en que están hechos en la actualidad los caminos del área del proyecto.

1.5.3.8 Áreas de Acopio

El sector de acopio de material de excavación recibirá el material transportado en camiones tolva que lo trasladaran desde los puntos de excavación a los acopios. Los acopios serán humectados periódicamente. Se considera construirlos en terrazas de 5 m de altura, con berma de 10 m y talud 1:1. Se adjunta memoria de estabilidad en el Anexo 1.4.

1.5.3.9 Polvorín

Para la construcción del polvorín se considera la nivelación del terreno, excavación, relleno, construcción de fundaciones y radier para luego implementar un cierre perimetral. Los residuos generados serán dispuestos según la normativa vigente.

1.5.3.10 Instalación de Faena Caleta Río Seco

La instalación de faena de la Caleta Río Seco será construida de la misma forma que lo descrito en el acápite 1.5.3.4. (Instalación de Faena para la Construcción Campamento).

Se considerarán frentes de trabajo móviles para todas las obras de acuerdo al avance en su construcción.

1.5.4 Sector Meseta

En este sector, se llevaran a cabo todas las obras y/o acciones asociadas al reservorio y su acondicionamiento. A continuación se describen cada una de las Actividades de construcción.

1.5.4.1 Portales Reservorio

Como se mencionó en el acápite 1.5.3.3 (Portales Costa) todos los portales serán construidos de la misma forma, en este caso el Portal de Túnel Superior y Portal Chimenea de Equilibrio Superior.

1.5.4.2 Construcción Caminos, Mejoramientos, Empalmes y By-pass Sector Meseta

El Sector Meseta tiene considerado la construcción de los siguientes caminos, mejoramientos, empalmes y by-pass:

- Camino de servicio al Portal Túnel Superior
- Camino de servicio a la Chimenea de Equilibrio
- Empalme y camino Sector Norte Reservoirio Poniente
- Camino de servicio al Área de Acopios Reservoirio
- Camino Acceso Norte
- Mejoramiento Ruta A-752
- By-pass ruta A-752 – Reservoirio
- Caminos a los frentes de trabajo
- Caminos desde Obras del Reservoirio a Acopios
- Camino de borde del Reservoirio
- Camino de acceso y mantención LMT
- Camino de mantención LAT

Todas estas obras serán construidas según lo descrito en el acápite 1.5.3.7 (Construcción de Caminos Sector Costa).

1.5.4.3 Obra de Toma y Descarga Reservoirio

La construcción de dicha obra empleará el uso de maquinaria del tipo retroexcavadoras y camiones que trasladarán el material removido a las zonas de acopios consideradas para esta obra o bien podrán ser utilizadas para los pretilos del Reservoirio. En caso de presencia de roca, y de ser necesario, se utilizarán explosivos.

1.5.4.4 Reservoirio

El reservoirio, corresponde a las dos cuencas naturales del sector que se unirán mediante la construcción de un canal de conexión, y que serán utilizadas para el almacenamiento de agua de mar. Para su aislación del suelo, así como para evitar filtraciones, se impermeabilizará el reservoirio con una membrana bituminosa.

Las tres partes fundamentales del reservoirio, para la fase de construcción son:

- Cubierta de membrana impermeabilizante
- Pretilos exteriores y divisorios

- Construcción de Canales

A continuación se describe cada una de ellas.

i. Cubierta de Membrana Impermeabilizante del Reservorio

Se contempla instalar una membrana impermeables del tipo bituminosa o similar en toda la superficie del reservorio. La instalación se hará por etapas, comenzando por el reservorio poniente sector norte, siguiendo con el sector sur y terminando en el reservorio oriente.

A continuación se indican acciones y actividades generales para su instalación:

- Escarpe o limpieza del terreno de fundación, retiro de bolones y despiedramiento superficial de trozos mayores.
- Compactación de toda la superficie.
- Relleno compactado en los sectores más deprimidos y emparejamiento con el fin de conseguir un apoyo suave para la geomembrana.

La configuración señalada será permanentemente verificada en terreno por profesional especialista en esta materia.

Luego de preparado el sitio, según se indicó en el punto anterior, se coloca la membrana bituminosa. Al igual que lo señalado para la preparación del sitio, las actividades de instalación de la membrana bituminosa serán rigurosamente verificadas por profesional especialista.

Es importante mencionar que la geomembrana presentará un grosor y un peso tal que pueda otorgar resistencia al viento, evitando que sea levantado por eventuales ventarrones y por tanto no requiere o requiere menos lastre para mantenerla en su sitio.

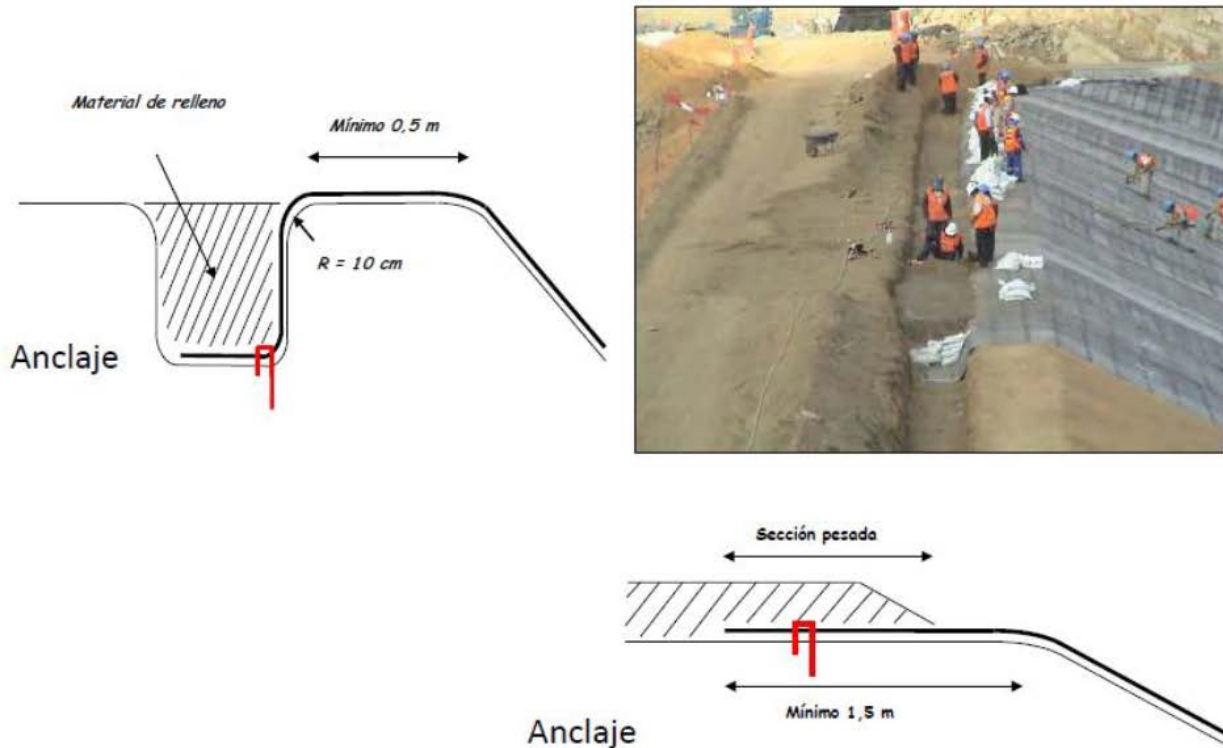
La geomembrana bituminosa es poco vulnerable a daños mecánicos durante su transporte e instalación, producto de su mayor resistencia a la tensión-desgarro.

La geomembrana será instalada en franjas, de acuerdo al ancho y largo especificado, partiendo de los sectores más bajos hacia los sectores más altos. Las distintas franjas de esta membrana se traslaparán lo suficiente para ser soldadas, de acuerdo a las especificaciones técnicas del proveedor e instalador.

La soldadura de la geomembrana bituminosa se realiza a modo de una soldadura convencional con llama de propano y un rodillo para presionar en el solape, que no produce tensión, siendo bajo el riesgo de falla por soldadura.

El anclaje a realizar en los bordes del reservorio (pretils), o bien, en lugares intermedios en caso de ser necesario, es el método de “trincheras de anclajes” como se muestra a continuación.

Figura 1-40: Anclaje de Geomembrana.



La geomembrana bituminosa posee las siguientes características:

- Soporte y presión que permiten que la gente puede caminar por sobre ellas, además del paso de vehículos ligeros, evitando girar sobre ella.
- Es extremadamente resistente a la oxidación y a los rayos UV gracias al geotextil de poliéster que se encuentra dentro de la capa de bitumen y de esta forma queda protegida de las inclemencias del tiempo.
- Es más resistente a la perforación que las membranas de otros materiales, pues se considera "auto-cicatrizante" para pequeños agujeros gracias a la naturaleza visco-elástica del bitumen, que restituye su impermeabilidad.
- En el caso de identificar alguna fisura se puede reparar bajo el agua, sin necesidad de vaciar el Reservorio.

ii. Pretiles Exteriores y Divisorios

Los pretiles serán contruidos mediante palas retroexcavadoras, motoniveladoras, camión tolva y bulldozer. El material de empréstito para la construcción de los pretiles, provendrá del material de las excavaciones y movimientos de tierra de las obras superficiales y subterráneas del sector reservorio.

En el caso de ser necesario se utilizará material comprado a un tercero autorizado.

iii. Construcción de Canales

El Sector Meseta considera la construcción de los siguientes Canales:

- Canal de conexión entre cuencas
- Canal de desagüe
- Canales de aproximación

Para llevar a cabo la materialización de esta obra se utilizará maquinaria del tipo retroexcavadoras y los respectivos camiones que trasladarán el material removido a las zonas de acopio consideradas. Es importante mencionar que se evaluará la utilización de explosivos, toda vez que se esté en presencia de roca.

Para los canales de aproximación se considera realizar rellenos para proceder con las obras civiles.

1.5.4.5 Instalación de Faena Reservorio

La Instalación de Faena Reservorio será construida de la misma forma que lo descrito en el acápite 1.5.3.4 (instalación de Faena Construcción Campamento). Esta Instalación de faena además contará con una Planta de Hormigón y será de dimensiones mayores a la descrita en el acápite mencionado, siendo similar a la Instalación de Faena del Sector Costero de San Marcos.

1.5.4.6 Áreas de Acopio de Material de Excavaciones Reservorio

Los acopios serán contruidos según lo descrito en el acápite 1.5.3.8 (Áreas de Acopio).

1.5.4.7 Polvorín

El Polvorín será contruido según lo descrito en el acápite 1.5.3.9 (Polvorín).

1.5.4.8 Panel de Control y Comunicación Reservoirio

Esta Sala Eléctrica, Panel de Control y Comunicación Reservoirio será de tipo modular y en su interior se instalarán medidores e indicadores de estado de los parámetros de operación que se monitorearán. La sala albergará solamente los equipos y se contemplan visitas de revisión por parte de los operadores de la central. Obtendrá la energía desde a línea de media tensión que se construirá y tendrá comunicación con la cámara de vigilancia del sector. Tendrá un cierre perimetral para proteger sus instalaciones.

1.5.4.9 Líneas de Transmisión Eléctrica de Media Tensión

La construcción de la LMT será construida según lo descrito en el acápite 1.5.3.1 numeral vi.

1.5.5 Sector Pampa

En el Sector Pampa se considera construir la Línea de Transmisión Eléctrica de Alta Tensión (LAT), esta línea nace desde la Subestación considerada por el Proyecto en el Sector subterráneo, en la Caverna de Máquinas.

Luego sale a la superficie en el Sector Costa San Marcos. Ver descripción en sector Costa.

Desde el borde del farellón costero, Sector Meseta, esta línea pasará al Sector Pampa a través de 202 torres hasta llegar a la Subestación Lagunas existente.

1.5.5.1 Línea de Transmisión Eléctrica de Alta Tensión (LAT)

Se considera el montaje de las estructuras metálicas, las cuales se harán mediante frentes de trabajo móviles. En general, las fundaciones de las estructuras serán de hormigón armado. Cuando el terreno y el diseño de la línea lo permita, el anclaje se realizará con el mismo material de las excavaciones. En los casos en que no es posible emplear fundaciones de hormigón, como es el caso de la roca firme, se emplean fundaciones especiales.

- Fundaciones de Hormigón:

Este tipo de fundación es utilizada generalmente en torres de ángulo y de amarre y para todas las estructuras especiales que requieran gran resistencia.

- Anclaje en roca:

En casos que la torre se ubique en lugares donde exista roca firme, es posible utilizar la misma roca para el anclaje de la torre.

1.5.5.2 Camino de Servicio Línea de Alta Tensión

El camino de servicio para la LAT será construido según lo descrito en el acápite 1.5.3.7 (Caminos de Acceso Sector Costa) y cabe destacar que este mismo camino servirá posteriormente para la mantención de la Línea.

1.5.5.3 Frentes Móviles de Trabajo LAT

Para la instalación de los frentes móviles se utilizarán motoniveladoras, cuando sea necesario emparejar el terreno y camiones plumas para realizar el traslado de los contenedores que serán utilizados como oficina, los baños y los contenedores para el almacenamiento de los residuos peligrosos.

1.5.6 Fecha Estimada e Indicación de la Parte, Obra o Acción que Establezca el Inicio y Término de la Fase de Construcción

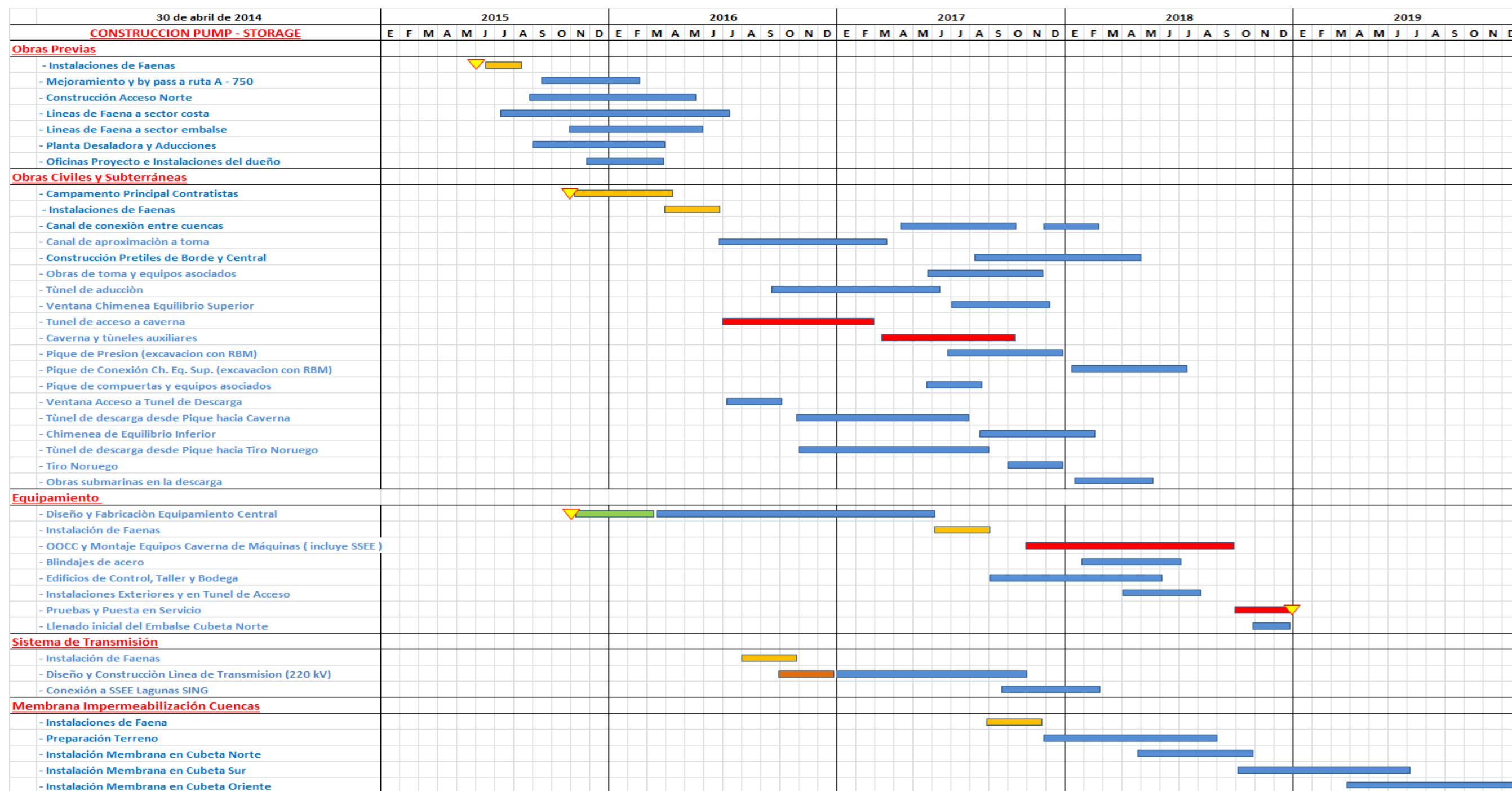
La fecha de inicio de la fase construcción se estima a fines del año 2015, con la construcción de la Instalación de Faena del Sector Costa cercana a Río Seco, esto será una vez que se obtenga la Resolución de Calificación Ambiental favorable y los permisos sectoriales necesarios para la construcción de las obras. La obra final de la fase de construcción será la instalación de la membrana de impermeabilización de la cubeta oriente del reservorio.

1.5.7 Cronograma de la Fase de Construcción

La fase de construcción se extenderá por un período aproximado de 43 meses, en el que se materializarán la construcción de todas las obras del Proyecto, incluidas la instalaciones de faena, caminos de acceso, campamentos, líneas eléctricas, oficinas, y demás obras temporales de apoyo a la construcción.

En la siguiente figura se presenta el cronograma de construcción de las obras.

Figura 1-41: Cronograma de Ejecución del Proyecto.



1.5.8 Mano de Obra Fase de Construcción

Durante la construcción de la Central se utilizará una cantidad variable de mano de obra a lo largo del tiempo. Dicha mano de obra se compone de supervisores, jefes de área, prevencionistas de riesgo, capataces, mecánicos, eléctricos, jornaleros, mineros, albañiles, carpinteros, etc.

La dotación máxima de trabajadores será de 750 personas, con una utilización media de 375 personas, principalmente de mano de obra calificada.

Tabla 1-23: Mano de Obra Fase Construcción.

Año	Meses												Totales
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
2015	0	0	0	60	100	100	130	130	182	240	280	280	Total General
	0	0	0	40	70	70	90	90	120	160	190	190	Total Campamento
2016	280	280	280	280	350	400	500	500	500	600	600	600	Total General
	190	190	190	190	230	270	340	340	340	410	410	410	Total Campamento
2017	700	750	750	750	750	750	750	750	750	600	520	460	Total General
	450	500	500	500	500	500	500	500	500	410	350	310	Total Campamento
2018	460	460	400	350	300	275	275	275	220	220	160	130	Total General
	310	310	280	240	200	180	180	180	150	150	100	80	Total Campamento
2019	120	110	100	80	0	0	0	0	0	0	0	0	Total General
	80	70	65	60	0	0	0	0	0	0	0	0	Total Campamento

Fuente: Elaboración propia.

La ejecución de las obras será contratada a empresas especializadas en cada una de las obras del proyecto, las que deberán contar con profesionales y técnicos de distintos grados de especialización y calificación. Se privilegiará la contratación de mano de obra local, de las comunas de Iquique y Pozo Almonte, para todas aquellas actividades que no requieran de una especialización técnica en particular. Para ello, se establecerán instructivos adecuados en los contratos de construcción del proyecto.

De acuerdo a las necesidades del proyecto y respetando la legislación laboral vigente, durante el desarrollo de las obras se trabajará de lunes a domingo en sistema de turnos, 3 turnos para las obras subterráneas y 1 turno para las obras superficiales.

El personal será requerido mayormente durante la construcción de los túneles, caverna de máquinas, obras exteriores, entre otras.

Se estima que serán contratados externamente los siguientes servicios:

- Transporte de personal.
- Arriendo y mantención de vehículos livianos.
- Extracción de residuos sólidos (domésticos e industriales).
- Recolección, tratamiento y disposición final de residuos líquidos domésticos.
- Sistemas de abastecimiento de combustibles
- Mantención de equipo pesado.
- Sistema de vigilancia.
- Servicios de alimentación
- Provisión de material de empréstito para lugares específicos
- Servicio de hotelería para el campamento

1.5.9 Equipos, Maquinarias, Insumos y Servicios en Fase de Construcción

1.5.9.1 Energía Eléctrica

Para las Instalaciones de Faenas y el Campamento del Sector Costa se considerará el aprovechamiento de la línea de distribución existente en la zona que se encuentra paralela a la ruta CH-1, conectándose a ella. Para la Instalación de Faenas del Reservorio, la conexión implicará la construcción de una línea de aproximadamente 20 km.

Como equipo de respaldo se considera grupos electrógenos para las Instalaciones de Faenas de 100 kVA.

1.5.9.2 Agua

i. Agua Potable

En la zona del campamento el agua potable provendrá de la planta desalinizadora la cual considera una captación aproximada de 10 l/s de agua de mar, la que será sometida a procesos de pre tratamiento, filtrado y osmosis inversa, generando un caudal máximo aproximado de 5 l/s de agua desalada.

Mientras la Planta desalinizadora no esté operando se contratará el suministro con proveedores autorizados (bidones).

El sistema de agua potable tendrá una capacidad para abastecer una dotación máxima de 500 personas, con autonomía de un día. Dichas demandas se han estimado considerando una tasa de consumo de 150 l/persona/día.

Para satisfacer dicha demanda, se han estimado dos estanques metálicos de 50 y 75 m³ de dimensiones 4 x 4 y 5,5 x 4 (D x H) respectivamente. El primero ubicado aledaño a la Caleta San Marcos, y el segundo en el Campamento. El estanque ubicado en Caleta San Marcos será abastecido mediante una tubería desde la planta desalinizadora y el estanque del Campamento será abastecido mediante camiones aljibes.

Por otra parte, en todas las instalaciones temporales y frentes de trabajo, serán provistos de agua potable para consumo a través de bidones sellados, etiquetados y con sistema de llave para su uso normal, la que será adquirida a distintas empresas autorizadas por la SEREMI de Salud y que cuenten con la resolución de autorización vigente.

ii. Agua Industrial

Se considera uso de agua para los equipos de las plantas de hormigón y los equipos de obras subterráneas.

Se considera 200.000 l/día en cada frente (6 frentes en total), a excepción de cuando está trabajando en Raise Boring Machine (RBM) en el frente del túnel de superior que aumenta el consumo de agua a 500.000 l/día.

En el caso de RBM se requieren: agua limpia y fresca 100 l/min - drilling water, y 160 l/min para sistema de enfriamiento - cooling water). Considerando que la máquina opera 20 hrs diarias, para el RBM se requieren 300.000 l/día.

El programa de excavación considera que el RBM se demora avanza a tasa de 125 m/mes por lo tanto opera durante 4 meses para el pique en presión y 1 mes para el pique de la chimenea.

Considerando todo lo anterior:

- 1.200.000 l/día (todos los frentes, cuando no está operando RBM)
- 1.500.000 l/día (todos los frentes, cuando está operando RBM).

De esta demanda máxima total, cercana a los 18 l/s, se considera satisfacerla de la siguiente forma:

- Reutilización
- Planta desaladora

- Compra a tercero autorizado

Adicionalmente se considera reutilizar el agua tratada proveniente de la planta de tratamiento de aguas servidas, la cual tratará los efluentes de aguas domiciliarias (10 m³/día). El agua tratada, la cual cumplirá con la norma de riego NCh 1.333/87, será almacenada en un estanque de 40 m³ para su posterior utilización en las actividades como hormigonado y humectación de caminos.

1.5.9.3 Servicios Higiénicos

Se instalarán servicios higiénicos en una cantidad proporcional al número de trabajadores por turnos, los residuos generados serán retirados por empresas autorizadas según art. 23 y 24 del D.S. N° 594 que contratará el titular del proyecto.

1.5.9.4 Combustible

Para estimar la demanda de combustible, se ha considerado el peak de construcción y los tiempos efectivos de uso de la maquinaria con lo que se ha estimado un consumo de 5.500 l/día. Para lograr tener una autonomía mínima de 2 días en la obra para satisfacer dicha demanda se contempla disponer de estanques matéricos con una capacidad total de 12.000 litros. El combustible será comprado a terceros autorizados quienes lo despacharán en camiones hasta el lugar de las obras.

Estos estanques se utilizarán también se utilizará combustible para los grupos electrógenos Diésel de 100 kVA ubicados en cada instalación de faena, en casos de emergencias del sistema eléctrico.

A continuación se indica el número de estanques que se considera para cada instalación de faenas:

- Instalación de Faena Sector Costa cercana a Caleta San Marcos (2 estanques de 2000 lts cada uno)
- Instalación de Faena Cercana a Caleta Río Seco (2 estanques de 2000 lts cada uno)
- Instalación de Faena Sector Meseta cercana a Reservorio (2 estanques de 2000 lts cada uno)

En resumen se tendrá un total de 6 estanques para el almacenamiento de combustible. Una vez que el camino de Acceso Norte esté finalizado y la Instalación de Faena cercana a la Caleta Río Seco sea desmantelada, los 2 estanques serán trasladados a las Instalaciones de Faena restantes, 1 estanque para cada Instalación de Faena.

1.5.9.5 Alimentación

Se considera habilitar casinos en el campamento para atender a la totalidad de los trabajadores en sistema rotativo.

Por otro lado, se considera la habilitación de comedores en las instalaciones de faena con capacidad para atender a un máximo de 200 personas por turno en las instalaciones de faenas sector costa San Marcos y sector meseta reservorio y posiblemente un número menor de personas en las instalaciones de faenas costa Río Seco y Campamento. La alimentación será provista por la empresa que administre el casino o bien por un servicio de restaurante externo contratado o empresa local autorizada por la autoridad sanitaria en las cercanías de esos puntos.

1.5.9.6 Alojamiento

Para el alojamiento el personal dispondrá de las instalaciones del campamento del Proyecto el cual cuenta con una capacidad máxima para 500 personas.

1.5.9.7 Transporte de Personal

El transporte diario del personal a los frentes de trabajo e instalación de faena se realizará por medio de buses, minibuses y camionetas cuya frecuencia de viaje estará asociada al inicio y término de cada jornada de trabajo.

Tabla 1-24: Transporte de Personal Fase Construcción en Buses.

Año	Buses 40 pasajeros Iquique Campamento	Buses 40 pasajeros Campamento Caleta	Buses 40 pasajeros Campamento Reservorio
	Total viajes anuales		
2015	144	-	840
2016	536	480	2760
2017	912	1380	5220
2018	360	660	1980
2019	40	-	300

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 1-25: Transporte de Personal Fase Construcción en Mini Buses.

Año	Mini Buses 12 pasajeros Iquique Campamento	Mini Buses 12 pasajeros Campamento Caleta	Mini Buses 12 pasajeros Campamento Reservorio	Mini Buses 12 pasajeros Camino Acceso
	Total viajes anuales			
2015	72	780	60	480
2016	184	1140	960	540
2017	160	600	1260	-
2018	136	180	540	-
2019	16	240	180	-

Fuente: Elaboración propia.

1.5.9.8 Equipos y Maquinarias

En lo que respecta a la cantidad de equipos y maquinarias que se utilizarán en promedio durante la construcción de las obras superficiales y subterráneas, se puede estimar de acuerdo al siguiente cuadro por partida general:

Tabla 1-26: Cantidad de Maquinaria Necesaria.

Maquinaria	Total
Bomba de hormigón	8
Bulldozer	12
Camiones Aljibes	8
Camión combustible	5
Camión de servicio	2
Camiones planos	4
Camión mixer	10
Camiones tolva	32
Cargador frontal	4
Cinta seleccionadora	3
Grúa	6
Jumbo	6
Motoniveladoras	10
Mototraillas	8
Pala Schaeff	6
Retroexcavadora	14
Rodillos compactadores	6
Scoop	24
Shotcretera	10
Track drill	4
RBM	1
Compresores diésel	10
Bombas de inyección	3
Planta de hormigón	2
Chancadora	2
Tensor de líneas eléctricas	4
Generador de respaldo	4
Ventiladores (en los túneles)	6

Fuente: Elaboración propia.

1.5.9.9 Frentes de Trabajo

El Proyecto considera frentes de trabajo móviles para la construcción de las obras superficiales, subterráneas y para la construcción de la LAT, por su parte habrá frentes de trabajo fijos para las obras subterráneas.

Los frentes de trabajo contarán todos o algunos de los siguientes elementos: con oficinas, baños químicos suficientes y sitio para el almacenamiento de residuos, los cuales serán retirados periódicamente y trasladados a los patios de residuos considerados en las Instalaciones de Faena.

Por el modo de construcción se considera posible la instalación de más de un frente de trabajo en forma paralela para el mismo sector.

1.5.9.10 Explosivos

Se utilizarán explosivos, previa autorización sectorial correspondiente, para la ejecución de la excavación de las obras subterráneas (túneles, ventanas, galerías, cavernas y piques) y para la remoción de sustratos rocosos en casos debidamente justificados técnicamente en áreas de difícil excavación con maquinaria convencional.

Para la realización del presente proyecto se optará preferentemente por el uso de explosivos estables como Anfos u otros los cuales serán manipulados por personal altamente capacitado y con sus registros de programador calculista y/o manipulador de explosivos (según corresponda) al día emitido por el DGMN (Dirección General de Movilización Nacional), situación que deberá ser verificada antes de la realización del cálculo, colocación y tronadura respectivamente. La empresa especializada, proveerá todos los elementos, maquinarias, vehículos, materiales e infraestructura para el almacenamiento, transporte y manipulación de explosivos mediante medios propios; esto incluye polvorines autorizados, vehículos habilitados para el transporte y personal calificado.

Para la ejecución de trabajos con explosivos, el titular exigirá a los contratistas mediante las bases del contrato, que éste sea realizado exclusivamente por personal calificado.

Para todos los fines de proyecto, no se aceptará que el contratista tenga o mantenga explosivos, iniciadores, mechas u otros en ninguno de los recintos considerados en el proyecto, distintos de los polvorines autorizados.

Considerando un total de aproximadamente 173.220 m³ de roca a excavar y estimando 2,8 m³ de ANFO para realizar la voladura se consideran aproximadamente 485.000 kg de explosivos para realizar la tronadura de las obras subterráneas. Para el caso de la emulsión se considera

2,2 kg/m³, para excavar 173.220 m³ de roca, por lo tanto se considera aproximadamente 382.000 kg de explosivo.

Eventualmente, podría ser necesarias tronaduras en los caminos, si se llega a encontrar material que no pueda ser removido mecánicamente.

1.5.9.11 Hormigón

Se considera para las obras subterráneas y sus accesos un total de 32.000 m³ (considera una sobre excavación de 19%) de hormigón proyectado de sostenimiento, revestimientos y pavimentos en los aproximadamente 6.000 metros de túnel y piques considerados.

Para el caso de la caverna de máquinas se estiman 4400 m³ de hormigón. Incluye losa, muros, techo de los distintos niveles y un 30% de pérdidas.

En el caso de los asfaltos, se consideran 1.000 m³ de asfalto, el cual se utilizará para pavimentar el túnel de acceso a la caverna de máquinas y el camino de acceso a este desde la ruta CH1.

1.5.9.12 Áridos

Para la construcción de las obras del proyecto existe la necesidad de contar con áridos para la preparación de hormigones y rellenos estructurales. Todo este material será adquirido de proveedores cercanos al proyecto que tengan los permisos sectoriales y ambientales para ejecutar dichas labores. Junto con ello, se dispondrá de sitios para el acopio temporal de los áridos, por cada frente de trabajo y serán acopiados temporalmente en cada frente de trabajo para su posterior utilización.

Se estima se requerirán alrededor de 16.000 m³ de ripio más 11.000 m³ de arena en la zona costa y 19.000 m³ de ripio más 13.000 m³ de arena en la zona de reservorio, llegando a un total de 59.000 m³ de áridos. Cabe mencionar que se espera reutilizar una gran parte del material removido por las obras superficiales y subterráneas. En el caso de requerirlo se podrá comprar material a un tercero autorizado.

1.5.9.13 Transporte de Suministros, Insumos y Equipos

El transporte de suministros (ferretería, aisladores, cables, estructuras metálicas, blindajes de túneles, equipos electromecánicos, etc.) e insumos (agua, combustibles, hormigón, áridos, alimento, etc.), hacia la instalación de faena respectiva y los frentes de trabajo se hará principalmente a través de caminos públicos existentes, por huellas existentes y caminos y

huellas de acceso por habilitar (huella de acercamiento), usándose para estos efectos mayoritariamente camionetas y camiones planos, los cuales contarán con todos los elementos de seguridad y cumplirán con las disposiciones sobre transporte de suministros señaladas por la legislación vigente y revisión técnica al día.

Todas las piezas que conforman las estructuras se trasladarán en camiones, desde el patio de acopio hasta cada frente de trabajo o hasta un lugar lo más cercano posible a cada frente.

Todo vehículo a utilizar en el proyecto cumplirá con lo establecido en la ley de tránsito (Ley N° 18.290), es decir: del buen estado, funcionamiento, exigencia de revisiones técnicas, de gases vigentes y permisos de circulación al día.

El transporte de los suministros necesarios para el proyecto se efectuará con las secciones de carga de los camiones tapada con una lona, de manera de impedir la dispersión de polvo en el aire.

1.5.9.14 Insumos Químicos

Los Insumos químicos estimados para la fase de construcción del proyecto se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 1-27: Insumos Químicos Fase Construcción.

Insumo	Cantidad	Unidad
Diluyentes	4,65	l/mes
Desengrasantes	4,65	l/mes
Aceites y grasas	12.480	l/mes
Aceites hidráulicos	8.320	l/mes
Antisol	2,79	l/mes
Desmoldante	4,65	l/mes
Pinturas (en base a agua)	0,52	Galones de pintura

Fuente: Elaboración propia.

1.5.10 Ubicación y Cantidad de Recursos Naturales Renovables a Extraer

Asimismo, el Proyecto requiere agua de mar, aunque en bajas cantidades (del orden de 10 l/s para entregar 5 l/s de agua potable) en esta fase para el abastecimiento de agua potable a través de la Planta Desalinizadora. Sin embargo, no considera explotar o extraer otro tipo de recursos naturales renovables, en la fase de construcción.

1.5.11 Emisiones de Fase de Construcción

1.5.11.1 Emisiones Atmosféricas

En esta fase se registrarían emisiones de material particulado y gases provenientes de la combustión de motores de las maquinarias y equipos. Las emisiones de material particulado se deberán principalmente a los movimientos de tierra y actividades relacionadas con la construcción de las obras y caminos.

De lo anterior se desprenden las siguientes medidas de mitigación:

- Humectación de caminos en los procesos de mezclado y transferencia de materiales.
- Sellado de carrocerías de camiones para evitar la caída de material.
- Instalación de mallas corta-viento en las faenas
- Mantenimiento de maquinarias y vehículos Control de velocidad en faenas

Para verificar el cumplimiento de ellas se considerarán los siguientes indicadores:

- Se establecerá un programa de control y mediciones periódicas del estado de funcionamiento de los motores.
- Se contará con registro de vehículos con datos técnicos, y respaldo de últimas mantenciones,
- Se contará con Registro de asistencia de inducciones a personal de construcción acerca de medidas antes expuestas.

Tabla 1-28: Emisiones Totales Fase de Construcción.

Actividad	MP ₁₀	MP _{2.5}	CO	NO _x	SO ₂	HC
Movimiento de Tierra	103,40	22,49	-	-	-	-
Tránsito Vehicular	2866,37	304,44	166,11	630,89	-	36,60
Combustión maquinaria	153,45	153,45	515,02	1900,22	0,00	199,45
Generadores respaldo	19,81	19,81	60,02	277,94	18,48	-
LTE	0,09	0,01	-	-	-	-
Total	3143,13	500,20	741,15	2809,06	18,48	236,06

Fuente: Elaboración propia.

La memoria de cálculo de estas emisiones se presenta en el Anexo 1.5.

Estas emisiones son poco relevantes en términos de magnitud, tienen carácter temporal y duración limitada mientras dura la construcción del proyecto.

1.5.11.2 Ruido

Para el caso del ruido generado por maquinarias e instalaciones del Proyecto, se identificaron incumplimientos en la normativa, específicamente en los puntos 6, 7 y 8 (ver Tabla 1-29), durante la fase de construcción del Proyecto. Lo anterior se debe principalmente a las actividades realizadas por la faenas de construcción del camino de acceso que unirá la ruta A-752 con la ruta CH-1. Con el fin de reducir el impacto acústico generado durante dicha fase sobre los receptores de la Caleta Río Seco, se deberá aplicar una restricción de operación simultánea a las maquinarias involucradas en los frentes de trabajo asociados a la construcción de caminos de acceso, para lo cual se monitoreará el ruido en los receptores y cuando se esté cerca del límite normado, se reducirá la actividad de las máquinas.

Por otra parte, se deberá implementar una barrera acústica modular de al menos 3,6 m de altura y con una longitud de 10 m, a la maquinaria que esté efectuando labores en las cercanías de los puntos 6, 7 y 8 (Río Seco).

Considerando la aplicación de estas medidas de control, se comprobó mediante modelación que la fase de operación del Proyecto no derivará en incumplimiento normativo, dado que los niveles de inmisión sonora proyectados se sitúan bajo los umbrales que establece el D.S. 38/11 del MMA.

Tabla 1-29: Ubicación y Descripción de Puntos de Medición.

Punto	Descripción	Altura [m]	Uso efectivo	Coordenadas UTM	
				Datum WGS 84 Huso 19K	
				Este	Norte
1	Vivienda de 2 pisos ubicada al costado oriente de ruta 1, caleta San Marcos.	1,5- 4,0	Residencial	383662	7665487
2	Vivienda de 1 pisos ubicada al costado oriente de ruta 1, caleta San Marcos.	1,5	Residencial	383728	7665116
3	Vivienda de 2 pisos ubicada al costado oriente de ruta 1, caleta San Marcos.	1,5-4,0	Residencial	383656	7664989
4	Vivienda de 1 piso ubicada al costado poniente de ruta 1, caleta San Marcos.	1,5	Residencial	383331	7664795
5	Oficinas y taller perteneciente a mina Ternardita, Km 33 aprox Ruta A-750.	1,5	Industrial	396028	7683437
6	Cementerio de Caleta Rio Seco.	1,5	Culto	379784	7677750
7	Vivienda de un piso, sector alto Caleta Rio Seco.	1,5	Residencial	379455	7677542
8	Vivienda de 1 pisos, ubicada en sector bajo de Caleta Rio Seco.	1,5	Residencial	379295	7677568

Nota: Coordenadas obtenidas en terreno.

En relación a la evaluación del ruido generado por tronaduras, la cual se evaluó en base a la norma norteamericana *Measurement Procedures For The Enforcement, Chapter I: Illinois Pollution Control Board, Part 910, Title 35: Environmental Protection, Subtitle H: Noise Of 35 Ill. Adm. Code 900 & 901*, se determinó que los niveles se encuentran por debajo de los límites recomendados por la normativa norteamericana en todos los puntos de evaluación considerados. La topografía del sector, en conjunto con las considerables distancias que presentan las faenas con los puntos, permite que la energía acústica se disipe en gran medida.

Adicionalmente, se realizaron proyecciones para eventos de tronadura ejecutados en el Sector Costa. Los niveles de vibración proyectados, se compararon con los valores recomendados para edificaciones de construcción normal definida en la normativa alemana DIN 4150:1999, observando que éstos se encuentran por debajo del rango recomendado por la normativa. Lo anterior permite concluir que las vibraciones generadas por actividades de tronaduras no generarán daños a las edificaciones evaluadas.

Cabe señalar que en caso de realizarse tronaduras superficiales, el proyecto se coordinará con la comunidad y carabineros para realizar en horario diurno.

Finalmente, los niveles de ruido generados por el tráfico vehicular fueron evaluados en base a lo definido en la normativa de la Confederación Suiza OPB N°814.14, determinando que para la fase operación no se sobrepasarán los máximos propuestos.

En base al análisis realizado, es factible concluir que el Proyecto “*Espejo de Tarapacá*”, no presentará efectos negativos acústicos ni de vibraciones en la comunidad cercana a éste.

Tabla 1-30: Evaluación Según D.S. N°38 del MMA. Fase de Acondicionamiento. Período diurno.

Punto	Nivel de Presión Proyectado [dB(A)]. Aporte exclusivo	NPC máximo permitido [dB(A)]. Período diurno (07:00 – 21:00)	Evaluación según D.S. N° 38 del MMA.
1	53	62	Cumple
2	47	53	Cumple
3	45	60	Cumple
4	42	62	Cumple
5	26	48	Cumple
6	42	46	Cumple
7	47	48	Cumple
8	43	52	Cumple

Fuente: Informe de Ruido.

1.5.11.3 Vibraciones

Durante la fase de construcción existirán vibraciones inherentes a dicha actividad. Las actividades que eventualmente podrían ser percibidas son las relacionadas con el inicio de las obras subterráneas. Sin embargo, estas son esporádicas y no se consideran significativas.

1.5.12 Residuos de Fase de Construcción

1.5.12.1 Residuos Líquidos Domésticos

Los residuos líquidos que se generarán durante la fase de construcción corresponden principalmente a residuos de tipo doméstico. En la siguiente Tabla se presenta la calidad de efluentes sanitarios generados en cada instalación de faena y campamentos.

En la Tabla 1-31, se presenta la calidad estimada de los efluentes sanitarios.

Tabla 1-31: Calidad Efluente Sanitario.

Parámetro	Unidad	Valor
Aceites y grasas	mg/L	60
DBO5	mgO2/L	250
Fósforo total	mg/L	5
Nitrógeno amoniacal	mg/L	50
pH	-	6 – 8
Poder espumógeno	mm	5
Sólidos sedimentables	mg/L	220
Coliformes fecales	NMP/100 mL	1,6 x 10 ⁵

Fuente: Valores característicos de aguas servidas domésticas correspondientes a 100 habitantes, D.S. 609/1998, “Establece Norma de Emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos industriales líquidos a sistemas de alcantarillado”.

En el caso del campamento, se contempla sistemas de alcantarillado particular para la recolección de las aguas servidas conectados a plantas de tratamiento de aguas servidas (PTA) para atender el máximo mensual de personal en obra considerando una dotación de agua de 150 l/persona/día. Semejante sistema se implementará tanto para la Instalación de Faenas Principal como en la Instalación de Faena Reservorio. Los efluentes sanitarios serán tratados de manera que cumplan con calidad de NCh 1.333 of. 1978 y almacenados en un estanque de 40 m³ para ser utilizados en humectación de caminos. Semestralmente se enviará un informe de monitoreo de los efluentes de las plantas de tratamiento a las Seremi de Salud y SEA de la Región de Tarapacá.

En frentes móviles de trabajo, bodegas intermedias e instalaciones de faena para construcción de las Líneas Eléctricas y caminos se dispondrá de baños químicos.

El número de baños químicos que se instalarán darán cumplimiento a lo establecido en el D.S. N° 594/99 del Ministerio de Salud, “Reglamento sobre las condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo”. Se realizan dos mantenciones de baños químicos a la semana.

El servicio de la instalación y mantención de los baños químicos será contratado a empresas autorizadas por las SEREMI de Salud correspondientes. Estas empresas, estarán a cargo tanto del suministro, funcionamiento de los baños, así como de los residuos generados por éstos, producto de su limpieza. Para asegurar el cumplimiento de estos requisitos, el titular exigirá la

entrega de la resolución que acredite la autorización para funcionar y el contrato vigente con la empresa sanitaria local para la disposición de los residuos. Además de lo anterior, se llevará un sistema de registro y control de la mantención y disposición final de los residuos generados por éstos, a fin de demostrar que la disposición final se efectuará en lugar autorizado. En términos generales, el sistema de registro considerará:

- Fecha de retiro de los residuos generados por los baños químicos;
- Número de baños;
- Empresa responsable del retiro de los residuos generados de los baños;
- Cantidad estimada de residuos generados y retirados; y
- Lugar de destino y disposición final de los residuos.

En el Capítulo 10 Plan de cumplimiento de la Legislación Ambiental Aplicable, se acompañan los antecedentes para el otorgamiento de Permiso Ambiental Sectorial Mixto del artículo 138 del D.S. MMA N° 40/12.

1.5.12.2 Residuos Líquidos Industriales

Los residuos líquidos industriales que se generarán durante la fase de construcción, corresponden a aguas de lavado de las canoas de los camiones mixer y de otros equipos de construcción (20 m³/mes) asociados a las 2 plantas de hormigón ubicadas en las instalaciones de faena contempladas en el Sector Costa y en el Sector Meseta.

Para estos residuos industriales líquidos, se habilitará una piscina impermeabilizada, en donde las aguas sobrenadantes serán evaporadas y parte de ella será recuperada para utilizar en el siguiente lavado de la canoa de un camión. El cemento con un porcentaje de agua menor (después de 24 horas o más) se retira de la piscina como residuo no peligroso.

Los requerimientos asociados a la solicitud del permiso ambiental mixto para el manejo de residuos líquidos industriales, se indican en el Capítulo 10 del presente EIA.

1.5.12.3 Residuos Sólidos

i. Residuos Sólidos Domésticos

Todos los residuos de origen doméstico serán acumulados en las instalaciones de faena y desde allí serán trasladados a lugares autorizados para su disposición final.

Los residuos generados en los frentes de trabajo serán recogidos en bolsas de basura preferentemente “biodegradables” o en recipientes cerrados, para luego ser transportados desde

su origen hasta los lugares de acopio en las instalaciones de faenas. En todas las instalaciones de faena, existirá una zona destinada al acopio temporal en contenedores plásticos o metálicos, debidamente rotulados y tapados.

Estos residuos serán transportados a lugares autorizados por las SEREMI de Salud respectivas, con una frecuencia de una vez por semana en condiciones normales y 2 veces por semana en condiciones de máxima generación, de manera que se evite la acumulación de basura en faena.

La generación de estos residuos será directamente proporcional a la cantidad de mano de obra, es decir, considerando una dotación máxima de 500 personas y una generación de 1 kg por persona al día, se estima una generación de residuos de 500 kg diarios.

Por otro lado, el lodo generado de la planta de tratamiento de aguas servidas (PTAS), considerando una dotación máxima de 500 trabajadores y una tasa de generación de 0,88 kg lodo por m³ de agua tratada, se estima una generación de 1980 kg lodo/mes proveniente de la PTAS.

Los requerimientos asociados a la solicitud del permiso ambiental mixto para el manejo de residuos sólidos domésticos, se indican en el Capítulo 10 del presente EIA.

ii. Residuos Sólidos Industriales No Peligrosos

Los residuos industriales no peligrosos (despunte de madera, carretes, fierros, cables, etc.), por sus características, serán almacenados ordenadamente en el patio de acopio de residuos no peligrosos hasta su envío a destino final, el que dependerá de su potencial reciclaje.

El volumen de desechos generados por los restos de insumos no utilizados, depende de los procedimientos del contratista, por lo que su volumen es variable. Los residuos serán clasificados y posteriormente comercializados a través de distintas empresas autorizadas para reciclar y/o recuperar los distintos tipos de residuos.

Los fierros serán depositados en contenedores y seleccionados aquellos que sean reciclables para ser entregados a una empresa autorizada y certificada que se dedique al reciclaje de fierro. Respecto a la madera generada en terreno, será seleccionada según su posibilidad de reutilización. Será acopiada en forma ordenada y embalada para su posterior uso en la obra, lo restante puede ser donado a lugareños o a los propios trabajadores del proyecto.

La estimación de residuos sólidos no peligrosos que se generarán en la fase de construcción del proyecto corresponderán a 9,2 ton/mes.

iii. Residuos Sólidos Industriales Peligrosos

Los residuos industriales peligrosos generados por el proyecto corresponderán a aceites, lubricantes, grasas, baterías, tambores de pintura vacíos, tóner impresora, brochas, pilas, filtros de aceite, guantes contaminados, etc.

Los residuos industriales peligrosos que se generarán serán almacenados en bodegas de las instalaciones de faena construida especialmente para este propósito, según lo señala el D.S. N° 148/2003 del Ministerio de Salud. Estos serán almacenados en tambores debidamente rotulados y sellados, en un lugar especialmente habilitado para un acopio temporal seguro en las instalaciones de faenas cumpliendo toda la legislación correspondiente.

Para el acopio adecuado de los residuos peligrosos se adoptarán las siguientes previsiones:

- Se dispondrá de un lugar especialmente construido para el almacenamiento transitorio de residuos peligrosos, el que estará diseñado y ubicado de tal manera que ante la posibilidad de una emergencia no ponga en riesgo a las personas, medio ambiente y las instalaciones propias.
- Este lugar será un recinto cerrado con bastidores y malla de acero de 2,20 m de altura, que contará con un radier de hormigón con foso captador de derrames para los aceites. El techo será cubierto, con planchas de zinc, que cubrirán todo el recinto y que sobresaldrá a los menos 30 cm, en todos sus costados.
- Los sectores de acopio temporal de residuos peligrosos serán señalizados según tipo de desechos, esto es: baterías, aceites, lubricantes y grasas.
- Se instalará a lo menos un extintor multipropósito ABC de 10 kg más un balde con arena.
- El ingreso al área se mantendrá cerrado con candado y cuya llave será utilizada solo por el personal autorizado para efectuar ingresos y egresos de suministros.
- Se llevará control de inventario tanto para el ingreso como los egresos de residuos peligrosos.
- Se contará con las correspondientes hojas de seguridad.

La frecuencia de retiro de los desechos peligrosos dependerá de la cantidad que se genere y de la emisión de los permisos necesarios para retirar los desechos a su destino final. Los desechos peligrosos serán dispuestos finalmente por alguna empresa autorizada a quien se le contratará el servicio de traslado y disposición final. Para mantener el control sobre el transporte y disposición de los residuos peligrosos se implementará una cadena de custodia, exigiéndose el comprobante de disposición de los residuos en instalaciones autorizadas.

Se estima que se generarán aproximadamente 0,95 ton/mes de este tipo de residuos.

Respecto de las instalaciones necesarias solamente para la fase de construcción, éstas serán retiradas en la medida que no vayan a seguir siendo usadas y los terrenos en los que estuvieron instaladas serán limpiados y en lo posible serán asimilados a la morfología del lugar para reducir la huella de la intervención realizada por el proyecto.

1.6. Descripción de la Fase de Operación

La organización completa de operación y mantenimiento de la Central se realizará desde el Edificio de Control, y se ha estimado en 50 personas (incluyendo al personal de las áreas legal, comercial, finanzas y administración de la empresa), 20 de las cuales estarían sometidas a régimen de turnos.

Previo al inicio de la operación, se realizarán pruebas del equipamiento y del funcionamiento global de todas las partes de la central. De acuerdo al cronograma esta fase durará 3 meses aproximadamente.

1.6.1 Generación de Energía

El Proyecto captará agua de mar durante el día a través de una obra de captación submarina, esta obra estará conectada al Túnel Inferior por donde el agua será conducida hasta la Caverna de Máquinas. En la Caverna de Máquinas se encontrarán los equipos de bombeo-generación, con sus respectivos transformadores y válvulas de paso, son 3 unidades de tipo Francis cada una con capacidad de 100 MW de potencia, tanto en modo bombeo como generación.

Luego el agua será bombeada a través del Pique en Presión hasta el Túnel Superior, el agua llegará al Reservorio por la obra final del Túnel Superior llamada Canal de Aproximación.

Posteriormente, durante la noche, el agua acumulada en el reservorio será devuelta al mar, por gravedad, utilizando las mismas obras y equipos que se utilizaron para la captación y bombeo, en esta etapa el agua al pasar por los equipos de bombeo-generación hace que estos equipos ahora actúen como turbinas, generando la energía.

El proyecto se conectará al Sistema Interconectado del Norte Grande ("SING"), cuya operación es coordinada por el respectivo Centro de Despacho Económico de Carga ("CDEC").

Conforme a lo establecido en la Ley General de Servicios Eléctricos (D.F.L. N° 4/20.018) y en el Reglamento sobre Estructura, Funcionamiento y Financiamiento de los Centros de Despacho Económico de Carga (D.S. N° 291/2008, Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción) este organismo puede ordenar al Titular del Proyecto a generar determinada potencia en un momento determinado para así satisfacer la demanda, según los requerimientos del SING. Esto

quiere decir que el Proyecto podrá operar dentro del rango de los 0 MW a los 300 MW, conforme a las instrucciones de coordinación de la operación que emanen de las Direcciones del CDEC.

Como las instrucciones de coordinación del CDEC dependen de las condiciones del mercado eléctrico en un tiempo determinado, no es posible anticipar ese despacho. Por ello se consideró el promedio de 150MW como operación estándar del Proyecto.

Sin perjuicio de ello, a continuación se exponen los casos de generación a máxima potencia (300MW) que serán analizados en las condiciones más desfavorables ambientalmente, esto es, cuando los diferenciales de temperatura, salinidad y sólidos en suspensión pudieran ser mayores. De este modo, con los resultados obtenidos para estos escenarios de operación se podrán definir y proponer las medidas del caso, considerando que la descarga del proyecto se ubica aproximadamente a 343 m de la costa: fuera de la Zona de Protección Litoral, según se da cuenta en el Capítulo 10, Acápito 10.2.2 del EIA.

Los casos excepcionales corresponden a operar 24 horas continuas o incluso durante 9,7 días en modo generación.

La obra para la captación y restitución del agua de mar es la misma.

La energía requerida para el bombeo de agua provendrá de un parque fotovoltaico, según lo indicado en el Acápito 1.2.4.2 (“Indicación del desarrollo del proyecto por etapas”) de este Capítulo. El desarrollo de esta etapa, a esta fecha, es incierta y se encuentra condicionada a que características económicas del mercado eléctrico indiquen su viabilidad, conforme a lo allí explicado.

La energía generada será transmitida por una Línea de Alta Tensión que nace en la Subestación Subterránea (GIS) Espejo de Tarapacá y termina en la Subestación Lagunas (existente), en la que se conectará al SING.

Considerando una capacidad máxima de generación de 300MW, el esquema de operación en días típicos de verano e invierno, tal como se puede ver en la Tabla 1-32, estima que se bombeará 45 m³/s, y que se empleará de un caudal de 28 m³/s para generar. Esto significa que la generación en operación normal corresponde a una potencia de 150 MW.

Tabla 1-32: Esquema Simplificado de Operación en Días Típicos de Verano e Invierno.

Hora	Bombeo (-) Generación (+) (MW)	
	Verano	Invierno
0	+150	+150

Hora	Bombeo (-) Generación (+) (MW)	
	Verano	Invierno
1	+150	+150
2	+150	+150
3	+150	+150
4	+150	+150
5	+150	+150
6	0	+150
7	0	0
8	-300	-100
9	-300	-200
10	-300	-200
11	-300	-200
12	-300	-200
13	-300	-200
14	-300	-200
15	-300	-200
16	-200	-200
17	0	0
18	0	+150
19	+ 100	+150
20	+150	+150
21	+150	+150
22	+150	+150
23	+150	+150

Fuente: Elaboración propia.

Otra forma de presentar la operación normal de la central es através de los caudales que circularán. La siguiente tabla muestra los valores promedios horarios para todos los meses del año.

Tabla 1-33: Caudal Promedio Horario de Operación Normal (m³/s).

Hora	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom.
0	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
1	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
2	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
3	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
4	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
5	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
6	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
7	0	0	0	0	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-10
8	-15	-15	-15	-15	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-25
9	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-45	-45	-45	-45	-35
10	-45	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-45	-45	-45	-45	-36
11	-45	-45	-45	-45	-45	-45	-45	-45	-45	-45	-45	-45	-45
12	-45	-45	-45	-45	-45	-45	-45	-45	-45	-45	-45	-45	-45
13	-45	-45	-45	-30	-30	-30	-30	-30	-45	-45	-45	-45	-39
14	-45	-45	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-45	-45	-45	-45	-38
15	-45	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-45	-45	-45	-45	-36
16	-30	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-30	-30	-30	-30	-21
17	-15	0	0	0	0	0	0	0	-15	-15	-15	-15	-6
18	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	18	14
19	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
20	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
21	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
22	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
23	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28

Fuente: Elaboración propia.

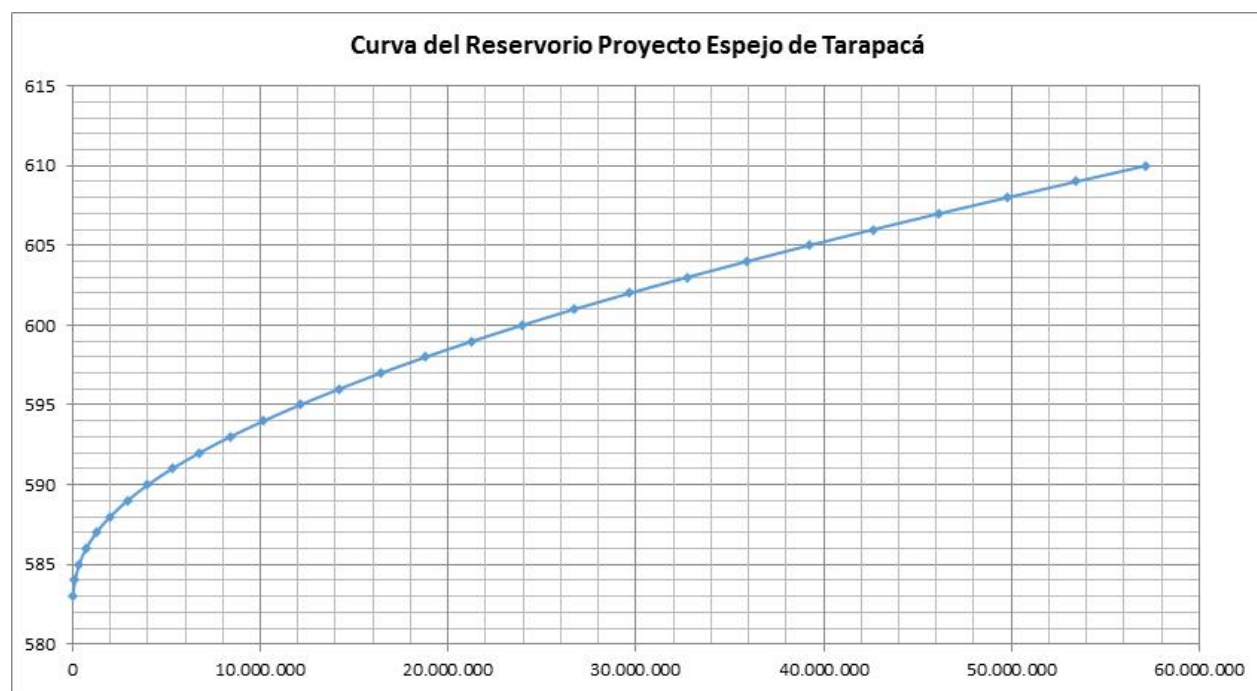
En esta tabla los valores positivos corresponden a los valores de los caudales utilizados para generación de energía y los valores negativos corresponden a los valores de los caudales en modo de bombeo.

Es posible que en algunos momentos en que el sistema eléctrico lo requiera, sea por fallas de otras centrales generadoras o por inestabilidades en la frecuencia, se deba disminuir los niveles de operación durante las horas de bombeo, o aumentar el nivel de generación, dando origen a modos de operación excepcionales. En este último escenario, la generación hidroeléctrica podría utilizar su capacidad máxima de 300 MW.

Esta condición de la forma de operar del Reservoir, en el sentido que es de esperar que éste renovará el 100% del agua embalsada a lo menos 1 vez al año, se ve reforzada por el comportamiento que ha tenido el SING en los últimos años.

En la siguiente figura se muestra el volumen acumulado en el reservorio por nivel de cota, el nivel máximo del reservorio en operación estará entre la cota 608 y 609 m.s.n.m.

Figura 1-42: Cotas del Reservoir (Cota vs m³).



Fuente: Elaboración propia.

Es esperable que la operación normal de la central implique renovar la mayor parte del volumen de agua utilizable del reservorio durante el año.

Figura 1-43: Curva del Reservorio.



Fuente: Elaboración propia.

1.6.2 Llenado del Reservorio

Según lo descrito en el acápite anterior, el llenado del reservorio sigue la siguiente estructura:

Tabla 1-34: Llenado Reservorio

Tiempo (días)	Nivel
1	Llenado del reservorio Nor-Poniente (NP) 585 m - 592 m
5	Llenado del NP 592 m-600 m (2,5 MMm ³)
40	Pruebas de la central con el reservorio NP exclusivamente
10	Llenado del reservorio Sur-Poniente (SP) a 596 m (+4MMm ³) y NP se deprime también en 596 m.
20	Llenado a la cota 600 m (+5,5 MMm ³) en NP y SP
30	Llenado del reservorio Poniente (NP+SP juntos) a 608,5 m (+17 MMm ³)
15	Llenado del reservorio Oriente hasta 592 m (+4MMm ³) con un caudal reducido de 5m ³ /s.

30	Trasvasije de 11,1 MMm ³ desde P a O hasta igualar niveles a 602 m de modo que ambos funcionen como un solo reservorio
60 o más	Llenado gradual de todo el reservorio hasta la cota 608,5 m.

Fuente: Elaboración propia.

El llenado del reservorio Nor-Poniente se estima que llevará 6 días hasta la cota 600 m.s.n.m. Luego se realizarán pruebas de operación durante 40 días. Habiendo cumplido la etapa de pruebas el llenado del reservorio poniente durará 60 días llegando hasta la cota 608,5 m.s.n.m. Por otra parte, el llenado del reservorio oriente, hasta la cota 602 m.s.n.m., llevará 45 días. Por último el llenado de todo el reservorio hasta la cota 608,5 m.s.n.m. requerirá a lo menos 60 días más.

1.6.3 Sector Subterráneo

Las obras subterráneas tendrán una primera inspección luego de un año de operación, oportunidad en que se debe efectuar un vaciado del sistema de túneles. Si en esta primera inspección no se detectan problemas, la siguiente se realizará al cumplir 5 años, la subsiguiente al cumplir los 10 años, luego al cumplir otros 15 años, para finalmente efectuarlas en forma rutinaria cada 10 años. Si luego de la primera inspección se detectaran problemas, la siguiente inspección después de los ajustes se hará al cumplir 1 año.

El tiempo de vaciado, inspección y posterior llenado del sistema de túneles se estima en una semana, a lo que habría que agregar los tiempos de limpieza o reparaciones que fueren necesarios de acuerdo con las fallas que se detectaran.

Por su parte, el mantenimiento de los equipos de generación de las tres unidades se efectuará alternadamente para cada unidad, con una indisponibilidad programada de 15 días al año para cada una de ellas.

Las mantenciones estarán a cargo de profesionales especialmente calificados para tal efecto.

1.6.4 Sector Costa

El manejo y monitoreo de la Central se efectuará desde el Edificio de Control. El abastecimiento de agua potable y el sistema de tratamiento de aguas servidas será el mismo utilizado que para la fase de construcción.

En el Sector Costa se mantendrá el Edificio de Administración y Control, Taller y Bodega, Planta Desalinizadora, Planta de Tratamiento de Aguas Servidas. Desde este sector se manejará y monitoreará la operación de la Central, los niveles del Reservorio y el funcionamiento del Panel

de Control. El monitoreo de los niveles del reservorio permitirán programar la operación e identificar eventuales situaciones anormales en su variación.

El abastecimiento de agua potable y el sistema de tratamiento de aguas servidas será el mismo utilizado para la fase de construcción.

1.6.5 Sector Meseta

El reservorio será llenado a través de los túneles subterráneos por donde circulará el agua desde el mar, siendo el Túnel Superior la obra por la cual el agua de mar llega al Reservorio. Se supervisarán parámetros de operación del reservorio.

El Panel de control ubicado en este sector, permitirá monitorear la central y el reservorio.

1.6.6 Sector Pampa

1.6.6.1 Línea de Transmisión Eléctrica de Alta Tensión (LAT)

La transmisión de energía eléctrica no es una operación que implique alguna acción directa específica más allá de tener la línea en buen estado. A continuación se describen las actividades de mantenimiento de la LAT:

- Mantenimiento preventivo básico

Considera recorridos con 2 ó 3 personas, una o dos veces al año, inspección visual de conductores, estructuras y componentes de suspensión y anclaje. Para ello no se utiliza equipamiento mayor, eventualmente equipo de seguridad personal, herramientas de mano y equipos de medición a distancia.

- Mantenimiento correctivo programado

Este mantenimiento es de una envergadura menor, basada en anomalías detectadas en la inspección pedestre. Hay uso de equipo mecánico menor y un grupo reducido de personas llamadas brigadas (4 ó 5 personas por zona de trabajo) que trabajan principalmente en altura (estructuras), sin afectar al terreno donde está instalada la línea. Cada brigada atenderá una zona de trabajo, regularmente se ven hasta tres zonas. Hay que destacar que para este tipo de instalaciones se debe realizar a lo menos dos mantenimientos correctivos programados durante el transcurso de 1 año.

- Mantenimiento contra falla

Corresponde a la reparación de las instalaciones, tras fallas que comprometan la transmisión de energía. Su envergadura depende de las anomalías producidas. Este mantenimiento se realiza

con programación de corto plazo, después de producida la falla y generalmente involucra una estructura o un sector de la línea.

- Mantenimiento del roce de la franja de servidumbre

En general, para una LAT se debe realizar a lo menos una vez al año el roce de la franja de servidumbre efectuando una poda de todos los árboles rebrotados que no cumplan con la distancia eléctrica respecto de los conductores establecida en la Norma. Dado que en la zona no hay árboles que presenten un gran tamaño, no está previsto efectuar esta actividad.

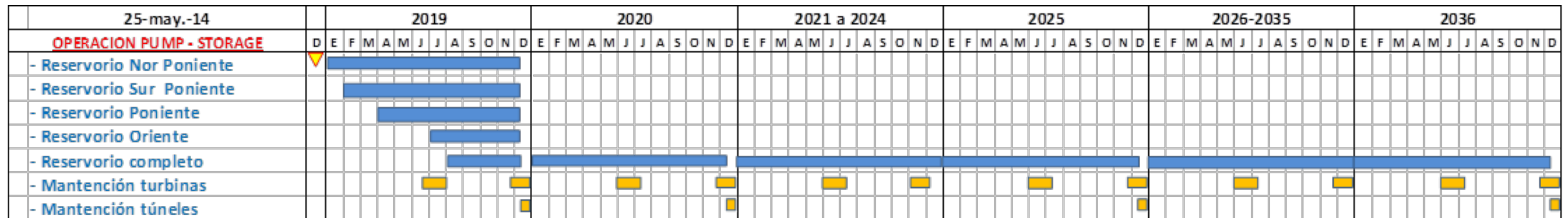
1.6.7 Fecha Estimada e Indicación de la Parte, Obra o Acción que Establezca el Inicio y Término de la Fase

El inicio de la operación del proyecto se estima ocurrirá el mes de diciembre de 2018, luego de 3,5 años de iniciada la construcción. El proyecto comenzará su operación luego de las pruebas de funcionamiento, cuando se empiece a usar el reservorio Nor-Poniente.

Por otra parte, dada que la vida útil del Proyecto se considera ilimitada en la medida que se realicen a las instalaciones y obras del mismo las mantenciones, renovaciones y actualizaciones que sean necesarias para este fin, no se considera un término formal de la fase de operación. Con todo, en el caso de proceder al cierre y abandono del Proyecto, el titular obtendrá las autorizaciones ambientales que resulten procedentes y tramitará las demás autorizaciones sectoriales que sean aplicables.

1.6.8 Cronograma de la fase de operación

Figura 1-44: Cronograma Fase de Operación.



Fuente: Elaboración propia.

1.6.9 Mano de Obra de Fase de Operación

Durante la operación de la central se estima que el personal encargado de las distintas obras del proyecto, se separará por cuadrillas de trabajadores especializados. En promedio, los trabajadores considerados para esta fase serán 30, divididos en tres turnos de trabajo. Eventualmente, y para los mantenimientos preventivos de la central el máximo de trabajadores será de 50 personas.

1.6.10 Actividades de Mantenimiento y Conservación

Las mantenciones, que se realizarán de forma periódica, serán realizadas por personal capacitado para las actividades.

Se realizará una inspección visual de las bocas de los túneles hidráulicos, como monitoreo de seguridad. Esta labor se realizará cada 2 meses durante el primer año y luego semestralmente.

La mantención podrá estar a cargo de una empresa contratista, en donde puede ser más de una la empresa que realice estas funciones dependiendo de sus especializaciones.

1.6.11 Insumos y Servicios en Fase de Operación

1.6.11.1 Recursos Hídricos

El principal insumo será el agua de mar para fines de generación energética. La descripción se encuentra en el acápite 1.6.13.

1.6.11.2 Suministro Eléctrico

Las instalaciones para la operación de la central tendrán alimentación directa desde las instalaciones del proyecto.

1.6.11.3 Combustible

Para esta fase se contempla la habilitación de un estanque para el almacenamiento de combustibles en las instalaciones del Proyecto para el motor diésel de partida en negro en casos de emergencia en el SING.

1.6.11.4 Agua Potable

Durante esta fase el consumo de agua considera agua potable para los trabajadores en el Edificio de Administración y Control, así como, el suministro de agua para baños y servicios. Este recurso se obtendrá desde el sistema de abastecimiento de agua potable del Proyecto, que incluye la Planta Desalinizadora.

La planta considera una captación aproximada de 5 l/s de agua de mar, la que será sometida a procesos de pre tratamiento, filtrado y osmosis inversa, generando un caudal máximo final aproximado de 2,75 l/s de agua desalada.

Junto con lo anterior, durante la fase de operación, se prevé la habilitación de sistemas particulares de alcantarillado que se detalla en el Capítulo 10 Permisos Ambientales Sectoriales, PAS 138 Fase de Operación.

1.6.11.5 Transporte

Durante la fase de operación se dispondrá de camionetas y minibuses para transporte de personal y sólo en casos de mantenciones se utilizará un camión para el transporte de piezas o instrumental.

El flujo vehicular medio estimado para el transporte de materiales, equipos y personal hacia el área del proyecto en será de:

Tabla 1-35: Flujo de Transporte Fase de Operación.

Vehículo	Frecuencia
Camiones	1 veh/mes
Vehículos livianos	5 veh/día

Fuente: Elaboración propia.

1.6.12 Productos Generados

El proyecto corresponde a una actividad productiva de energía eléctrica que producirá 1,75 GWh/día promedio anual.

1.6.13 Ubicación y Cantidad de Recursos Naturales Renovables a Extraer

El proyecto para el funcionamiento de la central hidroeléctrica de bombeo, requerirá de una aducción máxima de 45 m³/s de agua de mar (8 horas al día en promedio), que se bombeará

solamente durante las horas del día, posteriormente será restituida al mar. Cabe recordar que el agua bombeada será restituida al mar cuando el proyecto opere en modo generación, a razón de 28 m³/s. Los caudales promedios horarios para cada mes del año están presentado en la Tabla 1-33.

Así mismo, durante la fase de operación se requerirá de agua de mar, para obtener agua potable mediante una planta desalinizadora. Lo anterior permitirá abastecer de agua potable a las instalaciones propias de la fase, y así proveer de los servicios básicos y el consumo humano.

La planta desalinizadora, operará consumiendo aproximadamente 5 l/s de agua de mar, y generando 2,75 l/s de agua desalada.

1.6.14 Emisiones de Fase de Operación

1.6.14.1 Emisiones Atmosféricas

El proyecto no considera emisiones significativas en la fase de operación del mismo, esto debido a que las únicas emisiones generadas corresponden a aquellas producto de las labores de mantenimiento y reparación de la Central. Se trata de trabajos aislados, de baja frecuencia y que en general requieren una pequeña cantidad de personal. Las actividades de transporte relacionada con el proyecto no generarán estimaciones significativas.

Tabla 1-36: Emisiones Totales Fase de Operación.

Actividad	MP10 (ton)	MP2.5 (ton)	CO (ton)	NOX (ton)	SO2 (ton)	HC (ton)
Tránsito Vehicular	11,49	2,21	0,04	2,81	-	0,02
Generador partidas en negro	6,26	6,07	49,10	214,62	0,36	-
Total	17,75	8,28	49,13	217,43	0,36	0,02

Fuente: Elaboración propia.

1.6.14.2 Ruido

No se identifican durante la fase de operación, actividades generadoras de impactos sobre estos componentes ambientales salvo la operación ininterrumpida de los equipos de la caverna de máquinas.

Para dimensionar estos efectos se ha realizado una evaluación del ruido que eventualmente se generaría por las actividades realizadas por el proyecto, en función de los niveles establecidos

por el D.S. N° 38 para zona rural. Los resultados de este estudio se presentan en el Capítulo 4 del presente EIA, donde se concluye que la fase de operación, se cumplirá con los niveles máximos permitidos en los receptores más cercanos al proyecto sin necesidad de implementar medidas de control de ruido.

En las siguientes tablas, se realiza la evaluación del ruido generado durante la fase de operación del Proyecto, específicamente al funcionamiento de la LTE.

Tabla 1-37: Evaluación según D.S. N°38 del MMA. Fase de Operación. Período Diurno.

Punto	Nivel de Presión Proyectado [dB(A)]. Aporte exclusivo	NPC máximo permitido [dB(A)]. Período diurno (07:00 – 21:00)	Evaluación según D.S. N° 38 del MMA.
5	1	48	Cumple

Fuente: Informe de Ruido.

Tabla 1-38: Evaluación según D.S. N°38 del MMA. Fase de Operación. Período Nocturno.

Punto	Nivel de Presión Proyectado [dB(A)]. Aporte exclusivo	NPC máximo permitido [dB(A)]. Período nocturno (21:00 – 07:00)	Evaluación según D.S. N° 38 del MMA.
5	1	39	Cumple

Fuente: Informe de Ruido.

De las tablas anteriores se observa que los niveles de ruido generados durante la etapa de operación del Proyecto se encuentran por debajo de la normativa, cumpliendo a cabalidad con los valores recomendados durante los períodos diurno y nocturno.

En la siguiente tabla se evalúan los niveles de ruido generado por el tránsito vehicular en los receptores asociados a la ruta de transporte, para el período de explotación del Proyecto.

Tabla 1-39: Evaluación Ruido según OPB 814.41. Fase Operación. Flujo Vehicular. Período Diurno.

Punto	Sensibilidad	Nivel proyectado [dB(A)]	Valor límite de inmisión [dB(A)]. Período diurno (06:00 – 22:00 hrs)	Observación
6	III	38	65	Bajo Norma
7	III	39	65	Bajo Norma
8	III	36	65	Bajo Norma

Fuente: Elaboración de Ruido.

De la tabla anterior, se observa que dentro del período diurno, el nivel de ruido generado por el flujo vehicular asociado a la fase de operación, se encuentra por debajo de los valores límites de inmisión definidos de acuerdo a lo estipulado en la normativa Suiza, en todos los puntos de evaluación afectos al tránsito de vehículos del Proyecto.

1.6.14.3 Vibraciones

No se contempla vibraciones durante la fase de operación.

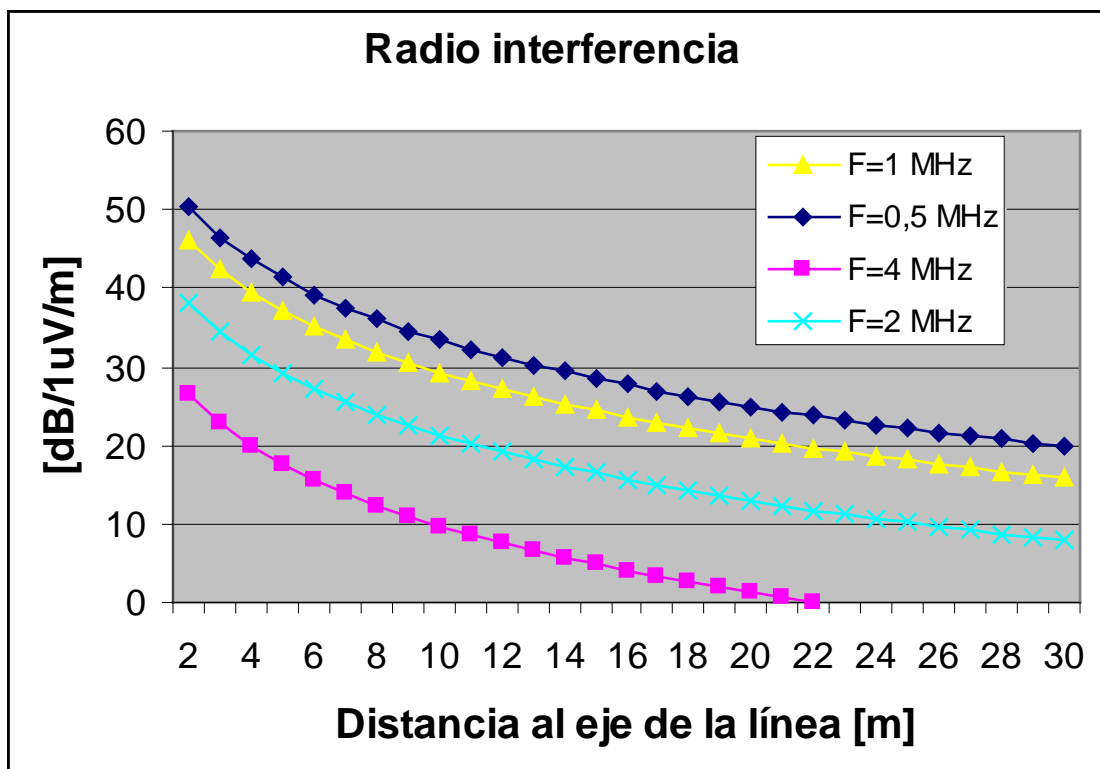
1.6.14.4 Campos Electromagnéticos

El campo Electromagnético fue medido en los receptores sensibles al Proyecto, para esto se realizaron mediciones en Caleta San Marcos y Río Seco (Ver Anexo 1.6)

Como conclusión de este estudio se puede decir que la línea de 23 kV genera interferencias debido al fenómeno corona, pero de una intensidad mucho menor al límite establecido por la reglamentación internacional, de modo que no representa en general un problema para comunicaciones.

El efecto de interferencia se presenta en situación de neblina o lluvia, y según la evaluación, si el receptor se ubica muy próximo a la línea, menos de 10 m, y la señal recibida es débil (receptor lejos de fuente emisora), dependiendo además de la frecuencia de la señal: pueden verse afectadas las frecuencias bajas (frecuencias de amplitud modulada o radio AM), pero el efecto es mucho menor para frecuencia modulada (radios FM, televisión analógica) y despreciable para comunicación digital.

Figura 1-45: Radio Interferencia a Distintas Frecuencias, en Función de la Distancia.



Fuente: Informe Electromagnetismo.

1.6.15 Residuos de Fase de Operación

1.6.15.1 Residuos Líquidos

Los residuos líquidos durante la fase de operación corresponden a las aguas servidas generadas en el Edificio de Control y que serán tratadas en la PTAS serán retiradas por un tercero autorizado. Se considera una tasa de consumo de agua potable de 150 l/persona/día, con 30 días trabajados al mes, cuya tasa residual está dada por el 100% del agua consumida. Con un peak de 50 trabajadores.

Además se considera como residuo la salmuera de rechazo de la Planta Desalinizadora, que en su capacidad máxima de operación, genera 18.000 m³/mes. Esta Salmuera será dispuesta al mar a través de la obra de toma y descarga.

Tabla 1-40: Características de la Salmuera.

Contaminante	Unidad	Expresión	Límite máximo Permissible	Aducción	Retrolavado	Agua Desalinizada	Agua Salada	Descarga al Mar
								PTOI
Aceites y Grasas	mg/L	A y G	150	0	0	0	0	0,00
Aluminio	mg/L	Al	10	< 0.5	< 0.5	0	<1	< 0.5
Arsenico	mg/L	As	0,5	0,004	0,004	0	0,00664	0,007
Cadmio	mg/L	Cd	0,5	0,046	0,046	0	0,07636	0,075
Cianuro	mg/L	Cn-	1	< 0.05	< 0.05	0		< 0.05
Cobre	mg/L	Cu	3	0,03	0,03	0	0,0525	0,05
Indice de Fenol	mg/L	Fenoles	1	<0.001	<0.001	0		<0.001
Cromo Hexavalente	mg/L	Cr+6	0,5	<0.006	<0.006	0		<0.006
Cromo	mg/L	Cr	10	<0.5	<0.5	0		<0.5
Estaño	mg/L	Sn	1	<0.05	<0.05	0		<0.05
Fluoruro	mg/L	F-	6	0,89	0,89	0,01	1,5575	1,55
Hidrocarburos Totales	mg/L	HCT	20	0	0	0	0	0,00
Hidrocarburos Volátiles	mg/L	HC	2	0	0	0	0	0,000
Manganeso	mg/L	Mn	4	0,03	0,03	0	0,0525	0,05
Mercurio	mg/L	Hg	0,02	<0.0001	<0.0001	0		<0.0001
Molibdeno	mg/L	Mo	0,5	<0.01	<0.01	0		<0.01
Niquel	mg/L	Ni	4	<0.05	<0.05	0		<0.05
pH			5.5 - 9.0	7.5-8.0	7.5-8.0	6.0 - 7.0	7.7 - 8.2	7.7 - 8.2
Plomo	mg/L	Pb	1	0,2	0,2	0	0,35	0,35
SAAM	mg/L	SAAM	15	0	0	0	0	0
Selenio	mg/L	Se	0,03	<0.001	<0.001	0	<0.001	<0.001
Solidos Sedimentables	mg/L/h	S.Sed	20	0	0	0	0	0
Solidos Suspendidos	mg/L	S.S.	300	25	1500	0	1	75
Solidos Totales Disueltos	mg/L	STD	NA	35154	35154	240	58369	58369

Contaminante	Unidad	Exposición	Límite máximo Permisible	Aducción	Retrolavado	Agua Desalinizada	Agua Salada	Descarga al Mar
								PTOI
Conductividad	uS/cm	Cond	NA	51670	51670	495	79869	79869
Temperatura	°C	T	NA	17	17	17	17	17
Sulfuro	mg/L	S2-	5	<0.05	<0.05	0	<0.05	<0.05
Zinc	mg/L	Zn	5	<0.01	<0.01	0	<0.01	<0.01

Fuente: Elaboración propia.

1.6.15.2 Residuos Sólidos

i. Residuos Sólidos Domésticos

Durante la fase de operación se generarán residuos sólidos de tipo doméstico, los que serán retirados por una empresa especializada y autorizada para realizar estas labores, al menos una vez por semana para ser dispuestos en un sitio autorizado para esto.

Los residuos sólidos domésticos generados durante la fase de operación serán almacenados en contenedores con tapas ad hoc. El contenido acumulado en estos contenedores será transportado a un relleno sanitario autorizado. El retiro se realizará a lo menos una vez por semana, pero en el transcurso de la operación se podrá definir un período acorde con la producción de desperdicios.

La generación de estos residuos será directamente proporcional a la cantidad de mano de obra, es decir, considerando una dotación máxima de 50 personas y una generación de 1 kg por persona al día, se estima una generación de residuos de 50 kg diarios.

Por otro lado, el lodo generado de la planta de tratamiento de aguas servidas (PTAS), considerando una dotación máxima de 50 trabajadores y una tasa de generación de 0,88 kg lodo por m³ de agua tratada, se estima una generación de 198 kg lodo/mes proveniente de la PTAS. Estos serán retirados periódicamente por una empresa autorizada.

ii. Residuos Sólidos Industriales No Peligrosos

Los residuos industriales no peligrosos en la fase de operación corresponderán a residuos generados de las actividades de mantención, tal como fierro, restos de madera, cables, etc. Considerando la magnitud de las actividades, es factible prever una generación de 200 kg/mes.

Todos estos residuos serán segregados en el origen y enviados a patio de residuos no peligrosos para su almacenamiento, privilegiando el reciclaje de estos y aquella fracción no

factible de reciclar será enviada a disposición final a sitio autorizado por empresa autorizada, con una frecuencia de una vez al mes.

iii. Residuos Sólidos Industriales Peligrosos

Los tipos de residuos sólidos peligrosos que se prevé se generarán corresponden aceites y lubricantes usados, trapos aceitados, tubos fluorescentes usados, etc. Se estima una generación de 200 kg/mes. Estos residuos serán segregados en el origen y enviados para ser almacenados temporalmente en bodega de residuos peligrosos, siendo dispuestos finalmente por alguna empresa autorizada a quien se le contratará el servicio de traslado y disposición final, con una frecuencia de retiro que no superará los 6 meses.

1.7. Actividades del Proyecto en la Fase de Cierre y Abandono

La vida útil de una central hidroeléctrica se considera ilimitada, por lo que el proyecto no contempla fase de abandono propiamente tal, sino más bien una mantención, que incluye, mejoras de equipos o procesos, o simplemente ajustes concordantes con cambios tecnológicos, donde los equipos se reacondicionarán y modernizarán cada cierto tiempo.

Junto con la contratación de la mano de obra, las actividades consideradas en la fase de cierre y abandono son el desmantelamiento o clausura de las siguientes obras:

- Toma y Descarga Submarina
- Central Hidráulica
- Líneas de Transmisión de energía eléctrica
- Planta Desalinizadora
- Reservorio

Para lo anterior se realizarán las siguiente actividades:

- Mantención de caminos
- Manejo de residuos sólidos
- Manejo de residuos líquidos
- Transporte de insumos, residuos y personal

1.7.1 Descripción de Actividades del Proyecto en Fase de Cierre

1.7.1.1 Desmantelar Infraestructura del Proyecto

Las instalaciones del proyecto y las instalaciones temporales que se requieran para su cierre serán desmanteladas, se limpiarán las áreas afectadas directamente y zonas aledañas, se restituirán las áreas intervenidas lo más parecido posible a la condición original; utilizando en la medida de lo posible la tierra vegetal proveniente del escarpe realizado previo a la construcción de la instalaciones temporales.

Se retirarán contenedores y se desarmar talleres, patios de salvataje, bodegas de acopio, etc. Se retirarán todos los materiales de desecho de la fase de construcción, para transportarlos y disponerlos en lugares autorizados de las comunas más cercanas a estas instalaciones. Además, se retirarán los equipos y las maquinarias utilizadas en la obra.

Los frentes de trabajo, serán cerrados y abandonados ambientalmente al término de la fase de construcción del proyecto. Para ello:

- Se retirará cualquier elemento y residuo que haya quedado en los frentes de trabajo.
- Se efectuará el retiro de los portales instalados en caminos, y otras líneas pertenecientes a terceros.
- Se verificará el retiro de los materiales sobrantes, residuos y desechos de las áreas que hayan sido intervenidas por las faenas, los cuales serán enviados a los distintos lugares de acopio de residuos dispuestos en las instalaciones temporales.
- Se restituirán las superficies donde estaban los frentes móviles de trabajo e instalaciones temporales, lo más parecido posible al estado original y previo al inicio de las obras, según corresponda.
- Se clausurarán los accesos a las obras subterráneas.

1.7.1.2 Restauración de Terreno

Una vez que se hayan retirado las instalaciones, se realizarán las actividades para restaurar la superficie original. Estas actividades implicarán la remoción o el recubrimiento de las estructuras de hormigón, como cimientos de construcciones temporales.

Se realizará una limpieza exhaustiva de todo el trazado de las obras, verificando que en las áreas de trabajo no queden vestigios de ningún tipo de residuo.

1.7.1.3 Prevención de Emisiones

Durante los trabajos de cierre, se utilizará maquinarias y vehículos con mantenciones y revisiones al día, además de humectar caminos que eventualmente serán utilizados y que sea necesario por las condiciones del terreno.

1.7.1.4 Mantenciones, Conservación y Supervisiones Necesarias

Debido a que no se consideran medidas de cierre que requieran monitoreos post-cierre (ya que no existen componente ambientales que pudieran verse afectados), no existirán actividades de mantención, conservación y/o supervisión.

1.7.1.5 Otras Actividades

Considerando que el Proyecto incluye otras instalaciones propias de la actividad, tales como túneles subterráneos, durante la fase de cierre se realizarán otras actividades adicionales a las ya indicadas en los acápite anteriores.

Respecto del cierre de túnel superior, el único riesgo identificado se asocia al ingreso no controlado de personas hacia el interior de los túneles. Por lo tanto, durante la fase de cierre se realizará el cierre de las entradas de los túneles, mediante una reja, malla o portón, con la señalización adecuada, de tal manera de impedir el acceso.

En el caso del reservorio se procederá a indicar por medio de señalética el peligro que puede significar traspasar los límites de los perfiles de contorno.

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.1: Antecedentes Legales

Anexo 1.2: Plano de Ubicación con las Obras del Proyecto

Anexo 1.3: Tabla de Coordenadas

Anexo 1.4: Memoria de Estabilidad de Acopios

Anexo 1.5: Estimación de Emisiones

Anexo 1.6: Campo Electromagnético