ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PROYECTO EXPANSIÓN 110 KTPD
PLANTA CONCENTRADORA COLLAHUASI
COMPAÑÍA MINERA DONA INÉS DE COLLAHUASI S.C.M.

INDICE

RESUMEN EJECUTIVO

CAPITULO 1: PRESENTACIÓN

1.1 Introducción 1-1

1.2 Historia del Proyecto 1-1

1.3 Desempeño en las áreas de Salud, Seguridad y Medio Ambiente 1-2

1.4 Objetivo del Estudio de Impacto Ambiental 1-3

1.5 Contenido del Estudio de Impacto Ambiental 1-4

CAPITULO 2: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 Antecedentes Generales 2-1

2.1.1 Nombre del Proyecto 2-1
2.1.2 Identificación del Titular 2-1
2.1.3 Objetivo y Justificación del Proyecto 2-2
2.1.4 Localización Geográfica y Político-Administrativa 2-2
2.1.5 Accesos 2-3
2.1.6 Superficie de Nuevas Instalaciones 2-3
2.1.7 Acciones y Obras Físicas de la Expansión 2-4
2.1.8 Monto Estimado de la Inversión 2-7
2.1.9 Vida Útil y Cronograma de Etapas 2-7
2.1.10 Justificación de la Localización 2-8

2.2 Proyecto Base Original 2-8

2.2.1 Introducción 2-8
2.2.2 Operaciones y Procesos 2-8
2.2.3 Obras, Instalaciones y Layout 2-10
2.2.4 Insumos 2-12
2.2.5 Mano de Obra 2-12
2.2.6 Infraestructura 2-13
2.2.7 Abastecimiento de Agua 2-13
2.2.8 Transporte 2-14
2.2.9 Suministro de Energía Eléctrica 2-14
2.2.10 Manejo y Disposición de Emisiones y Residuos 2-15

2.3 Etapa de Construcción de la Expansión 2-19

2.3.1 Actividades 2-19
2.3.2 Mano de Obra 2-25
2.3.3 Campamento de Construcción 2-25
2.3.4 Abastecimiento de Agua 2-25
2.3.5 Transporte 2-26
2.3.6 Suministro de Energía Eléctrica y Combustible 2-27
2.3.7 Manejo y Disposición de Emisiones y Residuos de Construcción 2-27

2.4 Etapa de Operación Expandida 2-31

2.4.1 Actividades Operacionales 2-31
2.4.2 Mano de Obra 2-39
2.4.3 Infraestructura 2-39
2.4.4 Abastecimiento de Agua 2-40
2.4.5 Transporte 2-42
2.4.6 Suministro de Energía Eléctrica, Combustible e Insumos 2-42
2.4.7 Manejo y Disposición de Emisiones y Residuos 2-44

2.5 Etapa de Cierre y Abandono 2-52

2.5.1 Objetivos y Alcance del Plan de Cierre y Abandono 2-52
2.5.2 Rajos 2-53
2.5.3 Botaderos 2-53

2.5.4 Plantas de Procesos 2-54
2.5.5 Tranque de Relaves 2-55
2.5.6 Infraestructura 2-55
2.5.7 Mineroducto 2-56
2.5.8 Planta de Filtros y Secado 2-57
2.5.9 Instalaciones de Embarque 2-57
2.5.10 Depósitos de Residuos 2-57
2.5.11 Estanques de Almacenamiento 2-57
2.5.12 Piscinas de Evaporación 2-58
2.5.13 Plantaciones Forestales 2-58

CAPITULO 3: PLAN DE CUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL APLICABLE

3.1 Normativa Ambiental de Carácter General Aplicable al Proyecto 3-2

3.1.1 Constitución Política de la República 3-2
3.1.2 Ley Nº 19.300, Ley de Bases Generales del Medio Ambiente 3-3
3.1.3 DS Nº30/97 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental 3-6

3.2 Normativa Ambiental Específica Aplicable al Proyecto 3-7

3.2.1 Aire 3-7
3.2.2 Agua 3-15
3.2.3 Suelos 3-24
3.2.4 Medio Ambiente Biótico 3-26
3.2.5 Componente Cultural 3-28
3.2.6 Transporte e Infraestructura 3-30
3.2.7 Medio Ambiental Global 3-39
3.2.8 Medio Marítimo 3-40

3.3 Permisos Ambientales Sectoriales 3-48

3.3.1 Artículo 74 3-49
3.3.2 Artículo 81 3-50
3.3.3 Artículo 82 3-51
3.3.4 Artículo 86 3-51
3.3.5 Artículo 90 3-52

3.3.6 Artículo 91 3-53
3.3.7 Artículo 92 3-55
3.3.8 Artículo 95 3-55
3.3.9 Artículo 97 3-56

CAPITULO 4: PERTINENCIA DE INGRESO AL SEIA Y NECESIDAD DE ELABORAR UN EIA

4.1 Pertinencia de Ingreso del Proyecto al SEIA 4-1

4.2 Necesidad de Elaborar un EIA 4-2

4.2.1 Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones o residuos 4-2
4.2.2 Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire 4-4
4.2.3 Reasentamiento de comunidades humanas, o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos 4-7
4.2.4 Localización próxima a población, recursos y áreas protegidas susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar 4-7
4.2.5 Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona 4-8
4.2.6 Alteración de monumentos, sitios con valor antropológico arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural 4-8
4.2.7 Síntesis 4-9

CAPÍTULO 5: LINEA BASE

5.1 Área Mina-Planta 5-1

5.1.1 Ubicación y Área de Influencia 5-1
5.1.2 Descripción del Medio Físico 5-1
5.1.3 Descripción del Medio Biótico 5-34
5.1.4 Descripción del Medio Construido 5-47
5.1.5 Usos del Suelo 5-48

5.1.6 Descripción Recursos Arqueológicos, Antropológicos e Históricos 5-49
5.1.7 Caracterización del Paisaje 5-52
5.1.8 Riesgos 5-56

5.2 Área Mineroducto 5-58

5.2.1 Ubicación y Área de Influencia 5-58
5.2.2 Descripción del Medio Físico 5-59
5.2.3 Descripción del Medio Biótico 5-66
5.2.4 Usos del Suelo 5-75
5.2.5 Descripción Recursos Arqueológicos, Antropológicos e Históricos 5-76
5.2.6 Caracterización del Paisaje 5-76
5.2.7 Riesgos 5-77

5.3 Área Instalaciones Portuarias Punta Patache 5-79

5.3.1 Ubicación y Área de Influencia 5-79
5.3.2 Descripción del Medio Físico 5-79
5.3.3 Descripción del Medio Biótico 5-85
5.3.4 Descripción del Medio Construido 5-102
5.3.5 Usos del Suelo 5-103
5.3.6 Descripción Recursos Arqueológicos, Antropológicos e Históricos 5-104
5.3.7 Caracterización del Paisaje 5-104
5.3.8 Riesgos 5-106

5.4 Caracterización del Medio Socioeconómico 5-106

5.4.1 Socioeconomía Regional 5-107
5.4.2 Socioeconomía de la Comunal 5-116
5.4.3 Socioeconomía Local: Localidades Ubicadas dentro del Área de Influencia del Proyecto 5-132

CAPITULO 6: PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

6.1 Introducción 6-1

6.2 Área Mina Planta 6-2

6.2.1 Calidad del Aire 6-2

6.2.2 Niveles de Ruido y Vibración 6-6
6.2.3 Caudal de Aguas Superficiales y Subterráneas 6-10
6.2.4 Calidad del Agua Superficial y Subterránea 6-14
6.2.5 Geomorfología, Red de Drenaje y Suelo 6-15
6.2.6 Vegetación y Flora 6-18
6.2.7 Fauna Terrestre 6-20
6.2.8 Limnología 6-22
6.2.9 Paisaje 6-22
6.2.10 Patrimonio Cultural 6-25
6.2.11 Infraestructura Vial y Niveles de Servicios de Caminos 5-28
6.2.12 Areas de Riesgo 6-29

6.3 Área Mineroducto 6-31

6.3.1 Calidad del Aire 6-31
6.3.2 Niveles de Ruido y Vibración 6-31
6.3.3 Caudal de Aguas Superficiales y Subterráneas 6-32
6.3.4 Calidad del Agua Superficial y Subterránea 6-32
6.3.5 Geomorfología, Red de Drenaje y Suelo 6-33
6.3.6 Vegetación y Flora 6-33
6.3.7 Fauna Terrestre 6-34
6.3.8 Paisaje 6-35
6.3.9 Patrimonio Cultural 6-36
6.3.10 Infraestructura Vial y Niveles de Servicios de Caminos 6-36
6.3.11 Areas de Riesgo 6-36

6.4 Área Instalaciones Portuarias Punta Patache 6-38

6.4.1 Calidad del Aire 6-38
6.4.2 Niveles de Ruido y Vibración 6-38
6.4.3 Caudal de Aguas Superficiales y Subterráneas 6-39
6.4.4 Calidad del Agua Superficial y Subterránea 6-39
6.4.5 Geomorfología, Red de Drenaje y Suelo 6-40
6.4.6 Vegetación y Flora 6-40
6.4.7 Fauna Terrestre 6-41
6.4.8 Flora y Fauna Acuática 6-41
6.4.9 Paisaje 6-41
6.4.10 Patrimonio Cultural 6-41
6.4.11 Infraestructura Vial y Niveles de Servicios de Caminos 6-42
6.4.12 Areas de Riesgo 6-42

6.5 Impactos Socioeconómicos 6-42

6.5.1 Impacto sobre la Población 6-43
6.5.2 Impacto sobre la Economía Local y Regional 6-46

6.6 Síntesis y Jerarquización de Impactos Ambientales 6-47

CAPITULO 7: PLAN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN, PREVENCIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES Y CONTINGENCIAS

7.1 Introducción 7-1

7.2 Plan de Medidas de Mitigación de Impactos Ambientales 7-2

7.2.1 Medidas de Mitigación durante la etapa de Construcción 7-3
7.2.2 Medidas de Mitigación en los Salares de Coposa y Michincha 7-3
7.2.3 Medidas de Mitigación y Protección Ambiental Actuales 7-5

7.3 Plan de Prevención de Riesgos Ambientales 7-9

7.3.1 Prevención en el Transporte de Sustancias Peligrosas 7-10
7.3.2 Prevención de Propagación de Vertimientos o Derrames Generados en los Procesos 7-13
7.3.3 Prevención y Control de la Generación de Drenajes Acidificados 7-14
7.3.4 Prevención de Efectos Adversos por Infiltración de Aguas de Relaves 7-15
7.3.5 Medidas de Seguridad en el Mineroducto 7-16
7.3.6 Prevención de Vertimientos Accidentales Durante el Embarque de Concentrado 7-16
7.3.7 Prevención por Infiltraciones de Agua de las Piscinas de Evaporación 7-17
7.3.8 Medidas de Prevención Actuales 7-17

7.4 Plan de Contingencias 7-18

7.4.1 Acciones frente a Accidentes de Transporte de Sustancias Peligrosas 7-19

7.4.2 Acciones frente a Vertimientos o Derrames Generados en los Procesos 7-20
7.4.3 Control de la Generación de Drenajes Acidificados 7-21
7.4.4 Acciones para Evitar la Propagación de Infiltración de Aguas de Relaves 7-22
7.4.5 Acciones ante Fallas o Roturas del Mineroducto 7-23
7.4.6 Acciones ante Vertimientos Accidentales Durante el Embarque de Concentrado 7-24
7.4.7 Acciones ante la Detección de Infiltraciones en la Piscina de Evaporación 7-24
7.4.8 Acciones Frente a Desestabilización o Falla de Taludes 7-25

7.5 Política Ambiental de Collahuasi 7-25

CAPITULO 8: PLAN DE SEGUIMIENTO DE VARIABLES AMBIENTALES

8.1 Introducción 8-1

8.2 Área Mina Planta 8-2

8.2.1 Agua Superficial 8-3
8.2.2 Agua Subterránea 8-5
8.2.3 Agua en Lagunas 8-7
8.2.4 Limnología 8-8
8.2.5 Meteorología 8-10
8.2.6 Ruido 8-11
8.2.7 Calidad del Aire 8-12
8.2.8 Flora y Fauna Terrestre 8-14

8.3 Área Mineroducto 8-15

8.4 Área Instalaciones Portuarias Punta Patache 8-15

8.4.1 Agua Subterránea 8-16
8.4.2 Meteorología 8-17
8.4.3 Calidad del Aire 8-18
8.4.4 Oceanografía Física, Biológica y Química 8-19
8.4.5 Aves y Mamíferos Costeros 8-21
8.4.6 Comunidades Intermareales y Submareales 8-22

8.4.7 Elementos Traza en Organismos Marinos 8-23
8.4.8 Sedimentos Marinos 8-23
8.5 Resumen del Monitoreo Adicional 8-24

8.6 Informe de Resultados 8-24

8.7 Monitoreo Post-Cierre 8-24

CAPÍTULO 9: PARTICIPACIÓN CIUDADANA

9.1 Introducción 9-1

9.2 Marco Legal 9-1

9.3 Programa de Relaciones con la Comunidad 9-2

9.4 Actividades de Comunicación Relacionadas con la Participación Ciudadana 9-3

9.5 Resultados de las Actividades de Participación Ciudadana 9-4

9.5.1 Temas Relacionados con los Recursos Hídricos 9-5
9.5.2 Temas Relacionados con el Mineroducto 9-5
9.5.3 Temas Relacionados con el Transporte y Caminos 9-6
9.5.4 Temas Relacionados con Oportunidades de Trabajo y Capacitación 9-6
9.5.5 Temas Relacionados con el Riego Forestal 9-6

9.6 Incorporación de Resultados de Participación Ciudadana al Proyecto 9-7

9.6.1 Temas Relacionados con los Recursos Hídricos 9-7
9.6.2 Temas Relacionados con el Mineroducto 9-10
9.6.3 Temas Relacionados con el Transporte y Caminos 9-11
9.6.4 Temas Relacionados con Oportunidades de Trabajo y Capacitación 9-12
9.6.5 Temas Relacionados con el Riego Forestal 9-12

LISTADO DE TABLAS

Tabla 5.1-1: Precipitaciones Ujina y Coposa

Tabla 5.1-2: Características Meteorológicas (1997 – 2000)

Tabla 5.1-3: Balance de Masa en la Zona Modelada de la Cuenca del Salar de Coposa

Tabla 5.1-4: Balance de Masa en la Zona Modelada de la Cuenca del Salar de Michincha

Tabla 5.1-5: Granulometría de los Suelos

Tabla 5.1-6: Resumen de Resultados de Test de Infiltración de Agua por Unidad Estratigráfica

Tabla 5.1-7: Análisis Químicos (Concentración mg/kg) y Físicos de Suelos

Tabla 5.1-8: Estadística de Monitoreo Estación Ujina

Tabla 5.1-9: Estadística de Monitoreo Estación Coposa

Tabla 5.1-10: Descripción de Polígonos Comunidades Azonales Hidromorfas, N° Unidad, Localidad y Tipo Vegetal

Tabla 5.1-11: Listado de Especies Dominantes, Tipos y Códigos Cartográficos

Tabla 5.1-12: Composición Florística de las Comunidades Hidromorfas Presentes en el Área de Influencia del Proyecto

Tabla 5.1-13: Resumen de Familias, Géneros y Especies Presentes en el Área Mina-Planta

Tabla 5.1-14: Resumen del Espectro Biológico (Formas de Vida) Presente en el Área Mina-Planta

Tabla 5.1-15: Censo Avifauna Salar de Coposa y Salar de Michincha (1997 – 2000)

Tabla 5.1-16: Parinas en el Salar de Coposa

Tabla 5.1-17: Especies de Mamíferos Habituales en el Área de Estudio

Tabla 5.1-18: Agrupaciones de Vicuñas el 13 – 14 de Noviembre 1998

Tabla 5.1-19: Resultados de los Censos de Llamas y Vicuñas en Septiembre de 1999, en Zona de Coposa

Tabla 5.1-20: Presencia y Ausencia de Anfibios en el Sector

Tabla 5.1-21: Distribución de Reptiles en el Sector

Tabla 5.1-22: Especies y su Estado de Conservación en la Región de Tarapacá, según Glace (1993) y CONAMA (1999)

Tabla 5.2 -1: Estadística de monitoreo Estación Copaquire

Tabla 5.2-2: Descripción de Polígonos Comunidades Azonales Hidromorfas, N° Unidad Localida y Tipo Vegetal

Tabla 5.2-3: Composición Florística de las Comunidades Hidroformas Presentes en el Área de Influencia del Proyecto

Tabla 5.2-4: Listado Florístico de las Comunidades Vegetales Presentes en el Área de la Estepa Altoandina Área Mineroducto

Tabla 5.2-5: Número de Familias, Géneros y Especies Presentes en el Área del Mineroducto

Tabla 5.2-6: Espectro Biológico del Área Mineroducto

Tabla 5.2-7: Lista de Especies de Vertebrados del Área de Estudio por Formación Vegetacional

Tabla 5.2-8: Observación de Vicuñas Durante la Campaña de Julio de 2000

Tabla 5.2.9: Aves Observadas a lo Largo del Mineroducto Durante la Campaña de Julio del 2000

Tabla 5.2.10: Especies Encontradas en el Área de Estudio según Estado de Conservación

Tabla 5.3.1: Características Meteorología (1998 – 2000) Área Puerto Punta Patache

Tabla 5.3.2: Estadística de Monitoreo MP10 y PTS Estación Patache 1999 - 2000

Tabla 5.3.3: Rangos de Metales Trazas en Caleta Patache 1994 - 2000

Tabla 5.3.4: Diatomeas Identificadas en Patache 1994 - 2000

Tabla 5.3.5: Dinoflagelados Identificados en Patache 1994 - 2000

Tabla 5.3.6: Contenidos de Clorofila y Feopigmentos. Patache 1994 - 1999

Tabla 5.3.7: Características del Zooplancton en Patache 1994 - 1999

Tabla 5.3.8: Caracterización del Intermareal

Tabla 5.3.9: Organismos de Fondos Duros en Caleta Patache

Tabla 5.3.10: Especies de Interés Comercial en Caleta Patache

Tabla 5.3.11: Características de los Fondos Blandos

Tabla 5.3.12: Lista Sistemática de las Especies de Aves y Mamíferos que Habitan en el Área

Tabla 5.3.13: Especies y su Estado de Conservación en la Región de Tarapacá, según Glade(1993)

Tabla 5.4.1: Población Regional Estimada Año 2000 por Grupos Etáreos y Población Urbana - Rural

Tabla 5.4.2: Producto Interno Bruto, según Clase de Actividad Económica, Región de Tarapacá, 1990 - 1996

Tabla 5.4.3: Superficie Total Sembrado o Plantadas por Grupos de Cultivo, Región de Tarapacá, Año 1998

Tabla 5.4.4: Existencia de Ganado en las Explotaciones Agropecuarias por Especie, Región de Tarapacá, Año 1998

Tabla 5.4.5: Tipos de Turismo Característico de la I Región de Tarapacá

Tabla 5.4.6: Población por Viviendas según Entidades Pobladas, Región de Tarapacá, 1995

Tabla 5.4.7: Cobertura de Servicios Sanitario I Región de Tarapacá, Año 1997

Tabla 5.4.8: Indicadores de Salud, I Región de Tarapacá Año 1997 - 1998

Tabla 5.4.9: Características Educacionales, I Región de Tarapacá, Año 1999

Tabla 5.4.10: Matrícula por Nivel de Educación I Región de Tarapacá, Año 1997

Tabla 5.4.11: Demanda Turística, I Región de Tarapacá, Año 1996

Tabla 5.4.12: Población Estimada Comuna de Iquique Año 2000, y Grupos Etáreos al Año 1992

Tabla 5.4.13: Superficie Total Sembrada o Plantada, por Grupos de Cultivo, Comuna de Iquique. Año 1997

Tabla 5.4.14: Existencia de Ganado en las Explotaciones Agropecuarias, Comuna Iquique. Año 1997

Tabla 5.4.15: Participación Comunal en la Fuerza de Trabajo Año 1998

Tabla 5.4.16: Características de la Vivienda, Comuna de Iquique, Año 1992

Tabla 5.4.17: Disponibilidad de Servicios en la Viviendas, Comuna de Iquique, Año 1992

Tabla 5.4.18: Cobertura de Servicios Sanitarios Comuna de Iquique, Año 1997

Tabla 5.4.19: Principales Características de la Salud Comuna de Iquique, Año 1998

Tabla 5.4.20: Principales Características Educacionales, Comuna de Iquique, Año 1999

Tabla 5.4.21: Población Estimada Comuna de Pica Año 2000, y Grupos Etáreos al Año 1992

Tabla 5.4.22: Superficie Total Sembrada o Plantada, por Grupos de Cultivo, Comuna de Pica. Año 1997

Tabla 5.4.23: Existencia de Ganado en las Explotaciones Agropecuarias, Comuna de Pica, Año 1997

Tabla 5.4.24: Participación Comunal en la Fuerza de Trabajo, Comuna de Pica, Año 1998

Tabla 5.4.25: Características de la Vivienda, Comuna de Pica, Año 1998

Tabla 5.4.26: Cobertura de Servicios Sanitarios, Comuna de Pica, Año 1997

Tabla 5.4.27: Principales Características de la Salud, Comuna de Pica, Año 1998

Tabla 5.4.28: Principales Características Educacionales, Comuna de Pica, Año 1999

Tabla 5.4.29: Población Estimada Comuna de Pozo Almonte Año 2000, y Grupos Etáreos al Año 1992

Tabla 5.4.30: Superficie Total Sembrado o Plantada, por Grupos de Cultivo, Comuna de Pozo Almonte, Año 1997

Tabla 5.4.31: Existencia de Ganado en las Explotaciones Agropecuarias, Comuna de Pozo Almonte, Año 1997

Tabla 5.4.32: Participación Comunal en la Fuerza de Trabajo, Comuna de Pozo Almonte, Año 1998

Tabla 5.4.33: Cobertura de Servicios Sanitarios, Comuna de Pozo Almonte, Año 1998

Tabla 5.4.34: Principales Características de la Salud, Comuna de Pozo Almonte, Año 1998

Tabla 5.4.35: Principales Características Educacionales, Comuna de Pozo Almonte, Año 1999

Tabla 5.4.36: Ubicación de las Localidades Insertas en el Área de Emplazamiento del Proyecto

Tabla 5.4.37: Caracterización de Población y Vivienda de las Localidades Pobladas Cercanas al Área de Emplazamiento del Proyecto

Tabla 6.1 Factores de Emisión EPA de Material Particulado Fugitivo

Tabla 6.2 Cálculo de Emisiones de Material Particulado Respirable

Tabla 6.3a Matriz de Impactos Ambientales Área Mina – Planta

Tabla 6.3b Matriz de Impactos Ambientales Mineroducto

Tabla 6.3c Matriz de Impactos Ambientales Área Punta Patache

Tabla 8.1 Resumen Programa Monitoreo Adicional

Tabla 8.2 Lista de Parámetros Y Normas de Calidad del Agua

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1 Localización General del Proyecto

Figura 2 Obras e Instalaciones Proyecto Expansión

Figura 2.1 Localización General del Proyecto

Figura 2.2 Obras e Instalaciones Área Mina Planta Proyecto Expansión

Figura 2.3 Obras e Instalaciones Planta de Proceso

Figura 2.4 Obras e Instalaciones Área Mineroducto

Figura 2.5 Obras e Instalaciones Área Punta Patache Proyecto Expansión

Figura 2.6 Obras e Instalaciones Manejo de Concentrado Punta Patache

Figura 2.7 Diagrama de Flujo de Procesamiento de Mineral Oxidado

Figura 2.8 Diagrama de Flujo de Procesamiento de Mineral Sulfurado

Figura 2.9 Diagrama de Flujo de Procesamiento Ampliado de Mineral Sulfurado

Figura 2.10 Balance de aguas del Proyecto Expandido

Figura 5.1-1 Localización General del Proyecto

Figura 5.1-2 Estaciones Meteorológicas Ujina y Coposa
Área Mina Planta

Figura 5.1-3 Rosa de Los Vientos Estación Ujina (1997-2000)

Figura 5.1-4 Rosa de Los Vientos Estación Coposa (1997-2000)

Figura 5.1-5 Unidades Geológicas
Área Mina Planta

Figura 5.1-6 Hidrología
Área Mina Planta

Figura 5.1-7 Perfil Esquemático del Acuífero

Figura 5.1-8 Funcionamiento Conceptual del Sistema Acuífero
de la Cuenca del Salar de Coposa

Figura 5.1-9 Equipotenciales Cuencas Coposa – Michincha
Área Mina Planta

Figura 5.1-10 Funcionamiento Conceptual del Sistema Acuífero
de la Cuenca del Salar de Michincha

Figura 5.1-11 Sitios de Muestreo de Suelos

Figura 5.1-12 Estaciones Monitoreo de Calidad de Aire
Área Mina Planta

Figura 5.1-13 Monitoreo Calidad de Aire. Estación Ujina

Figura 5.1-14 Monitoreo Calidad de Aire. Estación Coposa

Figura 5.1-15 Estaciones Monitoreo Calidad de Agua

Figura 5.1-16 Unidades de Vegetación
Área Mina Planta

Figura 5.1-17 Avistamientos de Fauna
Área Mina Planta

Figura 5.1-18 Sitios Monitoreo Limnología

Figura 5.1-19a Sitios Arqueológicos
Área Mina Planta

Figura 5.1-19b Sitios Arqueológicos Área Planta
Detalle A

Figura 5.2-1 Trazado Existente Área Mineroducto

Figura 5.2-2 Perfil Geológico Área Mineroducto

Figura 5.2-3 Geología Área Mineroducto

Figura 5.2-4 Hidrología Área Mineroducto

Figura 5.2-5 Calidad de Aire en Copaquire

Figura 5.2-6 Flora y Vegetación Área Mineroducto

Figura 5.3-1 Sitios de Monitoreo
Área Punta Patache

Figura 5.3-2 Rosas de Viento Estación Patache (1998-2000)

Figura 5.3-3 Monitoreo de Calidad del Aire Estación Patache

Figura 5.3-4 Histograma de Velocidad de Corrientes en Patache

Figura 5.3-5 Histograma de Direcciones de Corrientes
en Patache (Verano e Invierno 1994)

Figura 5.3-6 Contenido de Metales Traza en Agua de Mar

Figura 5.3-7 Contenido de Metales Traza en Chorito (Perumytilus purpuratus)

Figura 5.3-8 Contenido de Metales Traza en Sedimentos Intermareales

Figura 5.3-9 Contenido de Metales Traza en Cholga (Aulacomya ater)

Figura 5.3-10 Contenido de Metales Traza en Sedimentos Submareales

Figura 5.3-11 Sectores Monitoreo Fauna
Área Punta Patache

Figura 5.3-12 Sitios Arqueológicos
Área Punta Patache

Figura 6.1 Fuentes Emisoras de Material Particulado
Proyecto Expansión

Figura 6.2 Concentración Máxima en 24 Horas de
Material Particulado

Figura 6.3 Efectos de Emisiones de Ruido y Vibraciones
Proyecto Expansión 110 Ktpd
Planta Concentradora Collahuasi

Figura 6.4 Efecto de Extracción de Agua Subterránea
en la Vertiente Jachucoposa

Figura 6.5 Efecto de Extracción de Agua Subterránea
en la Vertiente Michincha

Figura 6.6 Unidades de Vegetación Afectadas
Área Mina Planta

Figura 6.7a Sitios Arqueológicos Área Mina-Planta

Figura 6.7b Sitios Arqueológicos Área Mina-Planta

Figura 6.8 Unidades Homogéneas de Vegetación Área Mineroducto

Figura 6.9 Esquema de Riego por Goteo

Figura 8.1 Estaciones Monitoreo Calidad de agua

Figura 8.2 Estaciones de Monitoreo Limonología

Figura 8.3 Estaciones Meteorológicas Ujina y Coposa
Área Mina Planta

Figura 8.4 Estaciones Monitoreo de Calidad de Aire
Área Mina Planta

Figura 8.5 Estaciones de Monitoreo de Flora y Fauna
Área Mina Planta

Figura 8.6 Sitios de Monitoreo
Área Punta Patache

LISTADO DE ANEXOS

Anexo A Antecedentes Legales

Anexo B Calidad del Agua

Anexo C Fichas Arqueológicas

Anexo D Participantes

EIA PROYECTO EXPANSIÓN 110 KTPD
PLANTA CONCENTRADORA COLLAHUASI
RESUMEN EJECUTIVO

INTRODUCCIÓN

Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM (Collahuasi) explota desde 1998 los yacimientos de cobre pertenecientes al Distrito Minero Collahuasi ubicado en el altiplano chileno de la Primera Región de Tarapacá, 185 km al sureste de la ciudad de Iquique (Figura 1). Actualmente se procesan mediante flotación convencional 60 mil toneladas por día (tpd) de mineral sulfurado, produciéndose anualmente 350 mil toneladas de cobre contenido en concentrados. Este producto es enviado como pulpa a través de una tubería (mineroducto) hasta una planta de filtración y terminal de embarque ubicados en Punta Patache, unos 65 km al sur de Iquique. Además se procesan 15.000 tpd de mineral oxidado mediante lixiviación en pilas y procesos SX-EW para obtener 50 mil toneladas anuales de cátodos de cobre, los cuales son transportados por tierra hasta el puerto de Iquique.

Los yacimientos y las instalaciones de beneficio del mineral se localizan en la Comuna de Pica, Provincia de Iquique, entre los 3.800 y 4.600 metros de altura sobre el nivel del mar (m s.n.m.). La localidad más próxima es Guatacondo, ubicada unos 35 kilómetros al oeste del sector de Ujina. A esta área se accede desde la Ruta 5 Norte, a la altura de Pozo Almonte, a través de la Ruta A-625 que fue construida por Collahuasi y entregada al uso público. Al área de Instalaciones Portuarias de Punta Patache se accede a través de la Ruta N°1que une la ciudad de Iquique con la localidad de Tocopilla.

La operación actual fue aprobada ambientalmente por las autoridades de la Primera Región de Tarapacá el 27 de diciembre de 1995, mediante Resolución Exenta N°713/2199.

Collahuasi tiene proyectado aumentar la capacidad de beneficio de la planta concentradora de 60 mil a 110 mil tpd, con el propósito de aumentar la producción de cobre contenido en concentrados de 350 mil a 410 mil toneladas por año. Para ello está desarrollando el Proyecto de Expansión 110 ktpd Planta Concentradora Collahuasi, el cual incluye las modificaciones necesarias en las instalaciones de flotación e infraestructura de apoyo, para aumentar la producción de concentrados. A través del presente Estudio de Impacto Ambiental (EIA) el proyecto de expansión se somete a evaluación de las autoridades con competencia ambiental de la Primera Región de Tarapacá, para que emitan su calificación ambiental.

EL PROYECTO

El Proyecto de Expansión 110 ktpd Planta Concentradora Collahuasi consiste en el aumento de la tasa de extracción y procesamiento de minerales sulfurados para así expandir la producción de concentrados de cobre. En términos de operaciones mineras y procesos, el proyecto implica básicamente lo siguiente (ver Figura 2):

- expandir la extracción del depósito Rosario respecto del plan minero original;
- ampliar los botaderos de estéril asociados al rajo Rosario;
- habilitar un nuevo botadero de mineral de baja ley;
- ampliar las instalaciones de proceso de la planta concentradora;
- construir un nuevo mineroducto en la misma franja del al actual ducto, incluyendo nuevas estaciones disipadoras de energía y piscinas de emergencia;
- ampliar las instalaciones de la planta de filtros y almacenamiento de concentrado en Punta Patache.

El terminal mecanizado de embarque de concentrado ubicado en Punta Patache no sufre modificaciones o ampliaciones, debido a que su actual capacidad de carguío permitirá satisfacer las demandas de embarque de concentrado de la operación expandida.

El proyecto requiere una ampliación menor del diseño del tranque de relaves en actual operación, cuya capacidad aprobada de 910 millones de toneladas debe aumentar a 1.098 millones de toneladas para recibir el mayor volumen de relaves. En el sector de Punta Patache se contempla construir tres piscinas de evaporación del agua de filtración, completando así el total de cuatro piscinas del proyecto original.

La energía eléctrica adicional requerida (unos 80 MW de potencia) se adquirirá puesta en planta, en una modalidad similar a la utilizada en el proyecto original. La construcción del nuevo tendido eléctrico y la obtención de los permisos requeridos será de responsabilidad de la empresa suministradora.

Además se requiere ampliar el campamento existente para albergar al personal adicional requerido para la operación expandida.

En términos de abastecimiento de agua, el proyecto de expansión requiere aproximadamente 397 L/s de agua fresca, adicionales a los 550 L/s que consume la operación actual. El agua adicional se obtendrá desde los acuíferos de las cuencas de Coposa y Michincha, donde la compañía tiene derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas ya otorgados por la Dirección General de Aguas por 867 y 264 L/s respectivamente.

El Proyecto de Expansión 10 ktpd implica una inversión estimada en 600 millones de dólares y ha sido evaluado con una vida útil de 25 años.

La etapa de construcción tendrá una duración estimada de dos años, iniciándose el segundo semestre de 2001. Se estima que la construcción del proyecto dará empleo a unas 3.000 personas en promedio, aumentando en el período de punta hasta 5.000 a 6.000 personas.

La operación expandida se iniciará el año 2004 y generará en forma directa 100 nuevos puestos de trabajo para personal de Collahuasi, aumentando así la dotación de personal de 1.050 a 1.150 personas. Además generará unos 460 nuevos puestos de trabajo para contratistas.

En la contratación de personal para el proyecto de expansión, la compañía dará preferencia a los postulantes de la Primera Región que aprueben los cursos en el Centro Tecnológico Minero de la ciudad de Iquique (CTM), el cual fue construido con financiamiento de Collahuasi. Adicionalmente, en cuanto a capacitación, la compañía se ha comprometido recientemente a otorgar 20 becas cada año para jóvenes de la comunidad que deseen realizar estudios y capacitación en el CTM. El compromiso incluye la preferencia en la contratación de aquellos alumnos que aprueben los cursos, de tal forma que se incorporen a la compañía y puedan desempeñarse y desarrollarse profesionalmente en las operaciones de Collahuasi.

El Proyecto considera aplicar un plan de cierre y abandono de las obras e instalaciones con el propósito de otorgar una condición ambiental segura en el largo plazo, después de finalizadas las operaciones. El plan contempla el retiro de las edificaciones y estructuras, el cierre de accesos a áreas riesgosas como los rajos, y la instalación de señalizaciones preventivas. Las obras mayores como rajos, botaderos de estéril y el tranque de relaves quedarán como obras remanentes, con las correspondientes medidas de seguridad.

MARCO LEGAL

El Proyecto dará pleno cumplimiento a la normativa ambiental vigente. Los cuerpos normativos que han sido considerados en la planificación y diseño del proyecto de expansión, y que tienen relación con la protección del Medio Ambiente y las personas, se presentan en Anexo adjunto a este resumen. En el Anexo también se indican los permisos ambientales sectoriales aplicables al proyecto, según lo establece el D.S.N°30/97, Reglamento del sistema de evaluación de impacto ambiental.

AREA DE INFLUENCIA

El Proyecto Expansión 110 ktpd Planta Concentradora Collahuasi se ubica en la Primera Región de Tarapacá, abarcando tres áreas principales:

- Área Mina-Planta
- Área Mineroducto
- Área Instalaciones Portuarias Punta Patache.

El área Mina-Planta se ubica en el altiplano chileno de la I Región, unos 200 km al sureste de la ciudad de Iquique, entre los 3.800 y 4.600 metros sobre el nivel del mar (m s.n.m.). El área Mineroducto se extiende en un recorrido de aproximadamente 203 kilómetros entre la planta concentradora, a una altura aproximada de 4.000 m s.n.m, y el área de las instalaciones portuarias de Punta Patache, ubicada en la costa de la I Región a unos 65 kilómetros al sur de Iquique.

Medio Físico

El clima de la región presenta grandes contrastes a través de su desarrollo longitudinal, siendo su característica general la extrema aridez. En el sector Mina-Planta se desarrolla un clima de tundra, caracterizado por un aumento de las precipitaciones con la altura y un considerable descenso de la temperatura. El mineroducto atraviesa el Altiplano, la precordillera, la Pampa del Tamarugal y la Cordillera de la Costa hasta llegar al sector costero, pasando por climas de tundra por efecto de altura (sector altiplánico) hasta un clima desértico cálido en la costa.

En el área Mina-Planta las precipitaciones presentan un promedio anual entre 50 y 70 mm. Entre los meses de enero y marzo se registran las mayores precipitaciones (Invierno Boliviano). La temperatura promedio anual es de 3,7°C, con una temperatura máxima de 19,7°C en el mes noviembre y una mínima de -10,5°C en el mes de septiembre. En el área de Punta Patache no se han registrados precipitaciones durante el período de mediciones (1998-2000); la temperatura promedio oscila entre los 16 y 22°C, con una temperatura promedio anual de 18,5°C.

El proyecto posee instalaciones desde la cordillera hasta la costa. De esta manera, el emplazamiento del proyecto presenta un patrón fisiográfico constituido por: Cordón Montañoso Precordillerano, Depresión de los Salares más Occidentales y Cordillera de Los Andes; Depresión Intermedia o Pampa del Tamarugal; Cordillera de la Costa; y Farellón Costero.

En el área Mina-Planta las obras se localizan en tres cuencas principales:

- Cuenca de Michincha: corresponde a un sistema endorreico (cuenca cerrada); la recarga hídrica se origina de las precipitaciones que ocurren principalmente en verano. El agua que se infiltra en el terreno alimenta los acuíferos de la cuenca, cuyos flujos afloran a la superficie en fondos de quebradas, transformándose en cursos superficiales permanentes o semi-permanentes, que permiten el desarrollo de bofedales. También se producen afloramientos de agua subterránea en forma de vertiente, alimentando a la laguna del Salar de Michincha. Esta vertiente presenta un caudal medio de 5 a 7 L/s. Existen dos vías de descarga del agua en la cuenca de Michincha: evaporación en los espejos de agua del Salar y el flujo subterráneo hacia la Cuenca de Coposa.

- Cuenca de Coposa: corresponde a un sistema endorreico; cuya recarga hídrica se origina también de las precipitaciones que ocurren en verano. Esta recarga alimenta los acuíferos de la cuenca, los que además son recargados por el flujo subterráneo proveniente de la cuenca de Michincha. El agua subterránea aflora en la forma de vertiente (Jachucoposa), la que constituye la recarga natural de la laguna del Salar de Coposa. La vertiente Jachucoposa presenta un caudal medio de 60 L/s. Existen dos vías de descarga de agua en la cuenca de Coposa: evaporación desde los espejos de agua del Salar, y el flujo subterráneo hacia la cuenca de Empresa, en Bolivia.

- Subcuenca Quebrada de Huinquintipa: constituye una de las áreas tributarias de la Quebrada de Copaquire y luego de la Quebrada de Guatacondo, la que drena hacia el Salar de Llamara. La recarga se origina de las precipitaciones que alimenta los acuíferos someros y profundos de la subcuenca, desde donde nacen los escurrimientos superficiales por afloramiento de las aguas subterráneas. En el área del proyecto la Quebrada Huinquintipa presenta un caudal de hasta 26 L/s.

De acuerdo con todos los antecedentes geológicos e hidrogeológicos disponibles se ha establecido que no existe conexión entre las aguas de las cuencas de Coposa ni de Michincha con las fuentes de agua que abastecen a la zona de Pica. Las cuencas de Coposa y Michincha son endorreicas o cerradas, y sólo existe conexión de aguas subterráneas entre ambas cuencas. Eventualmente, debido a una dirección de flujos con orientación hacia el nor-este, la cuenca de Coposa podría tener algún tipo de drenaje hacia la cuenca del Salar de Empexa, en Bolivia.

En términos técnicos existen barreras geológicas entre estas cuencas y las que drenan hacia el poniente (rocas con núcleo muy compacto en la precordillera y Altos de Pica); se ha establecido además que existen diferencias químicas y de dataciones entre las respectivas aguas, lo que refuerza la conclusión antes mencionada. Por lo tanto, las captaciones de

agua subterránea de Collahuasi en las cuencas de Coposa y Michincha no generarán ningún tipo de efecto en los recursos hídricos de Pica y sus alrededores.

El mineroducto atraviesa algunas quebradas y cauces secos, a lo largo de su recorrido, los cuales se activan durante eventos de precipitaciones. Entre ellas destacan las Quebradas de Pasaca, Guastipa y Chacarilla, entre otras, que drenan hacia el Salar de Pintados, y las Quebradas de Guatacondo y Maní, que drenan hacia el Salar de Llamara.

El área de Punta Patache se considera una cuenca arreica, carente de cuerpos de agua superficial.

La calidad del aire en el área Mina-Planta es en general buena, especialmente en el sector del campamento. En el sector de la mina se registran esporádicamente eventos puntuales que evidenciaron un aumento en la concentración de partículas totales en suspensión debido a las operaciones mineras. En el área del mineroducto no existen fuentes emisoras que afecten la calidad del aire. En Punta Patache no se han registrado eventos de superación de las normas de calidad del aire durante el período de la actual operación (1999-2000).

Collahuasi ha llevado a cabo un plan de monitoreo de las aguas superficiales y subterráneas para caracterizar su calidad físico-química. En el área Mina-Planta el monitoreo incluye los sectores de Coposa, Michincha, Ujina, Huinquintipa y Guatacondo, y el sector de las piscinas de evaporación en el área de Punta Patache.

- Las aguas superficiales en el sector de Coposa tienen un pH entre 6,3 y 8,2, con altos valores de conductividad, y pueden ser clasificadas como aguas relativamente salinas. Los contenidos naturales de boro superan la norma de riego.
- Las aguas superficiales del sector Michincha presentan valores de pH neutros y bajos valores de salinidad. Las aguas son de buena calidad, y al igual que en el caso anterior, el boro, por las condiciones naturales del agua, supera la norma de riego.
- En el sector Huinquintipa las aguas tienen un pH neutro y evidencian el efecto de los sectores mineralizados y las labores mineras antiguas, mostrando contenido relativamente elevados de hierro, cobre y manganeso.
- Hacia el sector Guatacondo el agua se caracteriza por valores de pH relativamente neutros y altos valores de conductividad, sulfato, boro, cloruros y manganeso. En este sector no se registran contenidos de metales atribuibles a las zonas mineralizadas ubicadas aguas arriba.
- En el sector Chiclla las aguas se caracterizan por tener un pH levemente básico y baja conductividad. En términos generales las aguas de este sector son de buena calidad.

- Las aguas subterráneas del sector Coposa tienen un rango bastante amplio de pH (3,2 a 8,8). En el sector del salar presentan altos contenidos de sulfatos, hierro, manganeso, arsénico y cobre. La variación en la calidad de las aguas subterráneas sugiere la existencia de varias napas que luego se mezclan antes de descargarse en el sector del salar.
- En el sector Michincha el pH promedio es relativamente neutro, con una leve tendencia a valores básicos (6,9 a 8,5); la salinidad es baja, y se detectan contenidos relativamente altos de hierro. Otros parámetros como manganeso, boro, sulfatos y plomo eventualmente superan la norma en este sector.
- En el sector Pique Rosario las aguas subterráneas presentan baja conductividad y pH cercano a 7. El hierro y el manganeso presentan valores que sobrepasan la norma de agua potable.
- En el sector Botaderos Mina las aguas pueden ser consideradas como neutras (pH 7,5), con una alta salinidad. Las concentraciones de hierro y manganeso superan la norma.
- En el sector Tranque de Relaves el pH es cercano a 7 y la conductividad es baja. Existe superación de normas para parámetros tales como hierro y manganeso, y en casos puntuales de cobre, sulfatos y sólidos disueltos.
- En el área de Punta Patache (sector Piscinas de Evaporación) las aguas monitoreadas en el pozo presentan valores de pH cercanos a 7 y una conductividad relativamente alta. Se han detectado niveles elevados de ciertos parámetros (sulfatos, molibdeno, cobre, entre otros). La explicación para estos niveles sería que el riego forestal con aguas de filtración, que se efectúa en forma tecnificada y controlada, inicialmente mostró problemas de utilización en exceso de agua de riego, debido a la menor capacidad de evapotranspiración por el menor tamaño de los árboles pequeños. Con el tiempo, el crecimiento de los árboles ha permitido lograr una condición de equilibrio entre riego y evapotranspiración, por lo que se prevé una disminución de concentraciones.

Medio Biótico

Flora y Vegetación

Los factores determinantes de la fisionomía de las formaciones vegetacionales presentes en el área del proyecto son principalmente la latitud y el relieve. Para el área Mina-Planta la vegetación se presenta en tres cuadros fisionómicos generales: formaciones herbáceas, formaciones arbustivas y el matorral, que corresponde a formaciones complejas de hierbas y arbustos. La composición florística es más bien sencilla, presentándose poco diversa entre las diferentes unidades, lo que confiere al paisaje un aspecto monótono y regular. El número total de especies dominantes (aquellas que marcan fisionómicamente el paisaje) alcanzó a 57, las que corresponden a una especie arbórea (queñoa); 20 especies arbustivas, entre las

que destacan el "ojalar", "pingopingo", "tola", "checal" y "coba" entre otras; 30 especies herbáceas, entre las que destacan la "flor de puna", "brama", "k'ota" y pecalar; y 6 suculentas, entre las que destaca el "puscayo". Además, se registraron un total de 37 comunidades hidromorfas que se agruparon en: bofedales, vegas, pajonal hidromorfo y tolar hídrico.

En el área Mineroducto existen dos grandes regiones vegetacionales: Región de la Estepa Altoandina y la Región del Desierto, que se subdivide en subregión del Desierto Andino y subregión del Desierto Absoluto. En la región de Estepa Altoandina el cuadro dominante lo representa el tipo vegetacional del Pajonal-Tolar, donde destaca la champa, keiru ichu, chac'ke y la vizcachera. También hay sectores con tipos vegetacionales azonales del tipo bofedal, pajonal hídrico y tolar hidromorfo, donde destacan el "iru ichu", "pak'o", "ch'illagua" y la tola de agua. En la región de Desierto, subregión Desierto Andino, se puede encontrar tres tipos vegetacionales: tolar, tolar pajonal y el pajonal tolar, todos ellos caracterizados por la presencia de arbustos bajos de escasa cobertura, entre los que destacan el checal, pingopingo y tola. En la subregión Desierto Absoluto las especies vegetales sólo se encuentran en sectores muy particulares. Una formación vegetal importante corresponde a la del Desierto del Tamarugal, donde se ubica la Reserva Nacional Pampa del Tamarugal; las especies representativas de este sistema son la grama salada, tamarugo y brea. El mineroducto pasa por un terreno no forestado de esta Reserva.

En el área costera de Punta Patache no existe vegetación, dadas las extremas condiciones de aridez que presenta esta zona.

Fauna

En el área Mina-Planta se pueden encontrar diversos vertebrados. Las aves están representadas por 25 especies, características de la puna, todas ellas ampliamente distribuidas en la ecorregión, destacando las parinas, 5 especies de patos, el playero de baird y el piuquén, entre otras. Se realizaron censos de Parinas en el Salar de Coposa encontrando las especies de flamenco chileno, flamenco de James y flamenco andino. Los mamíferos encontrados en el área Mina-Planta corresponden a 12 especies, entre las que destacan la vizcacha, vicuña, zorro culpeo, entre otros. Los anfibios están representados por 2 especies y los reptiles están representados por cuatro especies. Del listado de especies de vertebrados hay 10 especies que están en algún estado de conservación, destacándose el ñandú o suri, el gato colocolo, la vizcacha y los flamencos.

Los estudios limnológicos indican que el Salar de Coposa alberga una comunidad zooplanctónica y zoobentónica pobre en especies, lo que es común en este tipo de

lagunas, donde las características del agua presentan alta salinidad. Además, el salar presenta cambios en su composición zooplanctónica entre verano e invierno, observándose un comportamiento biológico cíclico y de reemplazo de especies.

En el área Mineroducto se pueden encontrar vertebrados representados por 10 mamíferos, destacando la vicuña, guanaco, vizcacha tuco-tuco y 5 especies de ratones; 34 aves, entre ellas el suri, pequén y el chirigüe; y 7 reptiles, con dos especies de salamanqueja y cinco lagartijas.

En el área de Punta Patache se detectaron 6 especies de vertebrados terrestres: 2 mamíferos, 2 aves y 2 reptiles; de ellas 3 están consideradas en alguna categoría de conservación (murciélago "vampiro", zorro culpeo y la salamandreja).

Oceanografía

Para el proyecto original se realizó una caracterización de la oceanografía física, biológica y química del área Punta Patache, incluyendo mediciones de correntometría, mareas y dirección y velocidad del viento. Para determinar la calidad de las aguas se hicieron monitoreos de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y además se incorporó una medición de contenido de metales traza. Para la determinación biológica se realizó una caracterización de la comunidad fitoplanctónica y se evaluó el contenido de clorofila "a" y feopigmentos, los que presentan medidas de importancia al momento de evaluar el estado de productividad primaria de las aguas. También se realizó la caracterización de zooplancton e ictioplancton. Estas mediciones continúan en la actualidad como parte del programa de monitoreo de la operación de Collahuasi.

Las comunidades de roqueríos intermareales han sido caracterizadas por los monitoreos efectuados en los años 1994 y 1999. El grupo más representativo corresponde a los invertebrados que agrupa a moluscos, crustáceos y otros grupos taxonómicos. Algunos de los invertebrados característicos de la zona son las lapas, picorocos, choritos, caracoles y chitones, entre otros. El segundo grupo más importante son las algas dentro de las que destacan las algas pardas (huiros y cochayuyo) y las algas verdes (ulva). Además, se realizaron mediciones de metales traza en organismos (choritos) y en sedimentos intermareales.

Las comunidades submareales han sido caracterizadas por los monitoreos efectuados en los años 1994 y 1999, tanto para fondos duros como para fondos blandos. Algunos organismos característicos de fondos duros son los erizos, jaibas, cholgas, estrellas y soles de mar, además de algunas algas pardas. En fondos blandos es característico encontrar algunos

crustáceos, moluscos y gusanos (poliquetos) que es el grupo dominante. Además, se realizaron mediciones de metales traza en organismos submareales (cholgas) y en sedimentos submareales.

En el área costera de Puanta Patache existe gran diversidad de aves y mamíferos marinos. Se realizaron monitoreos de aves y mamíferos marinos, asociados a los roqueríos costeros, entre los años 1997-1999, registrándose 33 especies. Dentro del grupo de los mamíferos destacan dos especies de lobo marino, el chungungo y el murciélago "vampiro". Las aves es el grupo más diverso y abundante en esta zona. Algunas de sus especies características son: gaviotas, gaviotín, pelícano, piquero, playero, churrete costero y el pingüino de Humboldt, entre otros. De estas especies 7 se encuentran en alguna categoría de conservación (chungungo, guanay, gaviota garuma, pingüino de Humboldt y el gaviotín monja, entre otros).

Medio Socioeconómico y Cultural

La Primera Región de Tarapacá tiene una población de 339.579 habitantes con una proyección al año 2000 de 398.947 habitantes. La economía regional ha mostrado un importante dinamismo a partir de la década de los noventa, donde el Producto Interno Bruto Regional (PIBR) creció entre los años 1990 y 1996 a una tasa promedio anual de 9,1%. Los sectores que experimentaron un mayor crecimiento corresponden a la minería (8,3%) y el comercio (2,7%).

Esta región está dividida administrativamente en tres provincias: Parinacota, Arica e Iquique, y reúne un total de 10 comunas. El proyecto está emplazado en 3 de estas comunas: Iquique, Pica y Pozo Almonte, cuyas poblaciones proyectadas para el año 2000 son: 185.640; 2.761 y 7.103 habitantes respectivamente.

Según información del Censo 1992, la comuna de Pica se orienta económicamente hacia el sector primario, principalmente en el sector agrícola. Del total de la población ocupada, 541 personas trabajaban en el sector primario (agricultura, caza, silvicultura y pesca; explotación de minas y canteras); 168 personas trabajaban en el sector secundario (industria manufacturera, electricidad, gas, agua y construcción) y 365 personas trabajaban en el sector terciario (comercio y servicios). Por su parte, la principal actividad económica de la comuna de Pozo Almonte se centra fundamentalmente en la minería, la que concentraba un 27,1% de la fuerza de trabajo. En segundo lugar se ubican las actividades ligadas a servicios comunales (17,9%), el comercio (15%) y el transporte (7,2%).

La localidad más próxima al Proyecto es Guatacondo. Esta comunidad, según el censo de 1992 contaba con una población de 77 habitantes. La principal actividad económica se concentra en el sector primario, principalmente agricultura y ganadería.

En cuanto a los recursos arqueológicos, en el área de operaciones de Collahuasi se han reconocido 100 sitios arqueológicos; 85 de ellos en el área Mina-Planta y 15 en el área Punta Patache. Estos sitios cuentan con planes de protección que son abordados y aprobados por el Consejo de Monumentos Nacionales. En el área mineroducto no se han reportado sitios arqueológicos.

IMPACTOS AMBIENTALES

Se identificaron y evaluaron los impactos ambientales del Proyecto de Expansión 110 ktpd, con el propósito de establecer su magnitud y relevancia para el Medio Ambiente. A partir de ello se definieron los requerimientos de mitigación y monitoreo. La evaluación cubrió todos los componentes ambientales del área de influencia, que incluyen: calidad del aire; niveles de ruido y vibración; caudal y calidad de aguas superficiales y subterráneas; geomorfología, red de drenaje y suelo; vegetación y flora; fauna terrestre; flora y fauna acuática; paisaje; patrimonio cultural; niveles de servicio de caminos; y aspectos socioeconómicos. A continuación se resumen los aspectos más relevantes de la evaluación.

El proyecto de expansión tendrá un impacto positivo en los aspectos socioeconómicos a nivel regional y nacional, producto de las nuevas fuentes de empleo y negocio que demandará la construcción y operación del proyecto. En este sentido, para generar y potenciar oportunidades de trabajo y negocio para proveedores y contratistas de la Primera Región, Collahuasi está dispuesta a favorecer a los proveedores, asociaciones y gremios locales, a fin de dar a conocer los requerimientos actuales y futuros de insumos y servicios, y analizar aquellos que puedan ser proporcionados localmente, dando la oportunidad a la Región de prepararse anticipadamente para alcanzar los estándares y requerimientos exigidos por la compañía.

Además de los beneficios que tendrá sobre la población regional la contratación de personas para las etapas de construcción y operación, el proyecto de expansión también implicará beneficios para la población que no estará directamente ligada al proyecto. En efecto, el hecho que se expanda una actividad productiva que demanda empleos, insumos y servicios, implica que las otras actividades productivas pueden también ampliar su oferta de productos (bienes y servicios). Esto es válido no solamente para los requerimientos del proyecto de expansión propiamente tal (como insumos, repuestos, etc.), sino también para las demandas de los propios trabajadores y empleados, en términos de arriendos o adquisición de viviendas, alimentación, entretención, etc. En otras palabras, las actividades de comercio (alimentación, vestuario, etc.), turismo, transporte, entre otras, verán incrementadas sus ventas, beneficiando a la población que proporciona estos bienes y servicios.

Los trabajadores son alojados en un completo y moderno campamento ubicado en el sector de Coposa (Hotel Pabellón del Inca), y trasladados periódicamente desde sus domicilios, de acuerdo al sistema de turno de cada uno. Los trabajadores de construcción no necesitarán instalarse temporalmente en pueblos o localidades pequeñas, con la posible excepción de los equipos que trabajen en el mineroducto; por lo tanto, las localidades pequeñas en general no verán alteradas sus costumbres y su condición rural-agrícola. Al respecto, se impartirán instrucciones específicas a los transportistas y contratistas de construcción, relativas a evitar la detención y estadía de trabajadores en las localidades, más allá de la capacidad de alojamiento que ellas ofrecen. Collahuasi colaborará con las autoridades locales para regular y limitar la afluencia de trabajadores en los poblados pequeños.

En el área Mina-Planta se incrementarán los impactos sobre la geomorfología y relieve del sector, y aumentará levemente el impacto sobre el paisaje y la red de drenaje, producto del emplazamiento de las obras mayores, como los botaderos de estéril y el nuevo botadero de mineral de baja ley. Las demás instalaciones nuevas se ubicarán dentro de la actual planta concentradora, en terrenos ya intervenidos por la actual operación (Figura 2) y no generarán impactos adversos de relevancia.

El nuevo mineroducto ocupará la misma faja de terreno del ducto existente (Figura 2), de modo que no generará impactos adicionales. El cruce del mineroducto por la Reserva Nacional Pampa del Tamarugal se efectuará por un sector no forestado de esta reserva.

En Punta Patache las instalaciones nuevas se ubicarán dentro del recinto industrial actual, si causar impactos ambientales de relevancia. Las piscinas de evaporación que se construirán con motivo de esta expansión forman parte de las obras aprobadas en el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto original.

El efecto del proyecto en los recursos hídricos ha sido evaluado en base al empleo de un modelo hidrogeológico con el que se ha podido establecer el comportamiento de los acuíferos. Adicionalmente se ha evaluado la eventual afectación en el tiempo de las vertientes existentes, pudiendo proyectar su comportamiento. La extracción de agua subterránea, a través del tiempo podría en el futuro generar una reducción de caudales en las vertientes de los Salares de Coposa y Michincha, como respuesta a la extensión de los conos de depresión de la napa. En la vertiente Jachucoposa (Salar de Coposa), cuyo caudal medio es del orden de 60 L/s, se estima que las captaciones podrían generar una disminución de caudal del orden de 15 a 20 L/s. En la vertiente de Michincha, cuyo caudal medio es de aproximadamente 6 L/s, se estima la disminución de caudal provocado por la extracción de Collahuasi alcanzaría los 2 L/s. En la sección siguiente se indican las medidas de mitigación previstas para minimizar estos impactos.

En la Quebrada Huinquintipa, que drena hacia la Quebrada de Guatacondo, la profundización del rajo Rosario puede eventualmente generar un descenso en las napas locales y consecuentemente una reducción de los caudales que afloran en esta quebrada. Por su parte, los botaderos de estéril asociados al rajo Rosario pueden eventualmente afectar la calidad de las aguas de la quebrada debido a que la roca presenta contenidos de mineral de cobre sulfurado, lo cual, en presencia de agua y aire tiende a acidificar las aguas y a liberar metales disueltos. Estos impactos potenciales ya fueron identificados en el proyecto original, y cuentan con medidas de prevención y control, tal como se indica en la sección siguiente.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Las medidas de mitigación, prevención de riesgos ambientales y planes de contingencia de la actual operación (aprobados en el EIA de 1995) se harán extensivas al Proyecto de Expansión 110 ktpd, permitiendo controlar y minimizar los impactos ambientales descritos anteriormente. A continuación se resumen las medidas más relevantes.

- Para mitigar el posible impacto generado por las extracciones de agua subterránea en las vertientes de los Salares de Coposa y Michincha, y así asegurar que no se afecten las lagunas y la flora y fauna asociada, está previsto llevar a cabo una recarga artificial de las vertientes. Esta medida ya fue comprometida por Collahuasi en el EIA de 1995 para la vertiente Jachucoposa (Salar de Coposa) y aprobada por la autoridad ambiental. La recarga artificial se realizaría conduciendo agua suficiente a través de una pequeña tubería desde el campo de pozos hacia el sector de la vertiente respectiva. La calidad de las aguas deberá ser similar a la de la vertiente. La recarga se aplicaría en el mismo punto donde afloran las aguas de la vertiente, siendo los caudales requeridos relativamente pequeños (2 a 3%) en comparación con los caudales extraídos en los pozos; por ello, la obtención de los caudales de recarga no implicará impactos hidrogeológicos adicionales. Estas medidas se aplicarán durante el tiempo necesario, aun después de cese de las extracciones de agua, hasta que las vertientes recuperen su caudal normal.

- Existe el compromiso de Collahuasi (desde 1995) de mantener la calidad y cantidad del agua natural de la Quebrada Huinquintipa, para evitar que la operación del rajo Rosario y los botaderos de estéril pueden generar una reducción de caudales y una eventual modificación de la calidad de las aguas por la presencia de la roca estéril depositada. Por lo tanto, en caso que el programa de monitoreo evidencie alguna reducción de caudal atribuible al proyecto (y no a condiciones climáticas o de terceros ajenos a la operación de Collahuasi), se contempla efectuar una recarga artificial en la Quebrada

Huinquintipa, similar a la señalada anteriormente para las vertientes de Coposa y Michincha, utilizando agua fresca de buena calidad. El caudal de esta quebrada alcanza valores de hasta 9 L/s en el área del proyecto, de modo que su mitigación no implica extracciones adicionales significativas de agua.

- Asimismo, a fin de prevenir la generación y propagación de aguas acidificadas en los botaderos de estéril, desde el proyecto original está considerada la instalación de una capa de material neutro en la base de los botaderos, específicamente en los sectores de quebradas y/o áreas de afloramiento de aguas subterráneas. Además se habilitarán diques o canales revestidos para interceptar y desviar las aguas superficiales drenadas desde los botaderos hacia piscinas de acumulación totalmente impermeabilizadas, donde será monitoreada su calidad. Si se detecta acidez, las aguas serán enviadas al proceso para su utilización. En reemplazo, se dispondrá agua de buena calidad en la Quebrada Huinquintipa, con un caudal equivalente al desviado al proceso. Esta agua de reposición se obtendrá desde el sistema de abastecimiento de agua fresca de Collahuasi.

- Al igual que en el mineroducto actual, el nuevo ducto de transporte de concentrado contará con una serie de medidas de control, prevención de riesgos y contingencias para evitar impactos ambientales debido a eventuales problemas o roturas. El mineroducto irá enterrado en todo su trayecto y contará con estaciones disipadoras de energía para reducir la presión y velocidad del concentrado dentro del ducto, manteniendo un flujo controlado. Además existirán piscinas de emergencia a lo largo del trazado, las cuales podrán recibir el contenido del mineroducto en caso que sea necesario vaciarlo. El estado del mineroducto será monitoreado a distancia, desde la sala de control de la planta concentradora, lo que permitirá adoptar inmediatamente las medidas de contingencia pertinentes en caso que se detecte algún problema. De esta forma, la probabilidad que ocurra algún incidente de derrame significativo de concentrado en el mineroducto es mínima.

- La ampliación del rajo Rosario y las nuevas áreas de botadero en este sector afectarán algunos sitios arqueológicos previamente reconocidos (EIA de 1995). Collahuasi realizará labores de investigación, reconocimiento y plan de manejo en cada uno de estos sitios con las debidas autorizaciones a que hace mención la Ley Nº 17.288 y su Reglamento.

- El transporte de insumos y productos de Collahuasi, y en particular el transporte de sustancias peligrosas, se realiza bajo estrictas medidas de seguridad. Collahuasi exige por contrato que los proveedores y transportistas cuenten con planes de prevención de accidentes y contingencias, y utilicen vehículos que cumplan con los estándares propios de la compañía. Para prevenir accidentes por fallas humanas y cansancio se les exige

que los conductores cuenten con la debida capacitación, y se establece un máximo de horas de conducción, de tal forma que los conductores tomen los descansos necesarios.

PROGRAMA DE MONITOREO

Collahuasi lleva a cabo un programa de monitoreo de variables ambientales en el área de influencia de sus operaciones, el cual fue aprobado a raíz del EIA presentado en 1995 para el proyecto original. Los objetivos de este programa son los siguientes: a) conocer el efecto real causado por las emisiones y obras del proyecto, a través de mediciones en las componentes ambientales susceptibles de ser afectadas; b) verificar oportunamente la efectividad de las medidas de mitigación; c) verificar el cumplimiento de las normativas ambientales aplicables; y d) detectar de manera temprana cualquier efecto no previsto y no deseado, de modo que sea posible controlarlo definiendo y adoptando medidas o acciones apropiadas y oportunas.

Al actual programa de monitoreo se le han incorporado los siguientes alcances nuevos para cubrir las áreas y aspectos adicionales que implica el proyecto de expansión:

- Medición de la extensión y profundidad de la laguna en el Salar de Michincha, para detectar eventuales variaciones causadas por la extracción de agua. Este monitoreo se complementa con las mediciones de caudal y calidad del agua que se realizan en la vertiente de Michincha.

- Medición de parámetros limnológicos en el Salar de Michincha.

- Inicio de mediciones de caudal en la Quebrada Huinquintipa, para detectar eventuales variaciones con motivo del desarrollo del rajo Rosario.

- Calidad del agua superficial en la quebrada donde se habilitará el nuevo botadero de mineral de baja ley, al norte del rajo Rosario. Los muestreos se realizarán aguas abajo del botadero para detectar cualquier variación causada por acidificación en la roca. Además se reubicará la estación de monitoreo de agua superficial (QDH 1), localizándola en la misma quebrada, pero a los pies del botadero del rajo Rosario. Se agregarán 2 estaciones de monitoreo de agua subterráneas en el sector de Rosario, una en las cercanías del botadero del rajo Rosario y otra a los pies del botadero de mineral de baja ley del mismo rajo.

- Se agregará una estación de monitoreo de calidad del aire en las cercanías del rajo Rosario.

- En Punta Patache se habilitarán tres pozos de monitoreo adicionales, aguas abajo de las piscinas de evaporación; esto forma parte del esquema de monitoreo del proyecto original.

Las variables ambientales relevantes serán monitoreadas durante un tiempo prudente después del cierre de la faena.

PARTICIPACIÓN CIUDADANA

Durante los meses de enero y febrero de 2001 se llevaron a cabo diversas actividades de participación ciudadana anticipada, cuyo objetivo fue recabar la opinión de la comunidad respecto de Collahuasi y el proyecto de expansión, en términos de inquietudes, consultas y expectativas. Estas actividades incluyeron reuniones y presentaciones con las autoridades de la Primera Región, Corema y su respectivo Comité Técnico, y con las comunidades involucradas (Pica, Pozo Almonte e Iquique). Los resultados más relevantes obtenidos en la etapa temprana de participación ciudadana, según lo manifestado por las personas que participaron en las reuniones y presentaciones, tienen relación con los siguientes temas:

- posible impacto del proyecto en los recursos hídricos de Pica y sus alrededores;
- medidas de seguridad en el mineroducto para evitar derrames y efectos ambientales;
- seguridad en el transporte, especialmente de sustancias peligrosas;
- oportunidades de trabajo y capacitación para personas de la región;
- riego forestal en Punta Patache con aguas de concentrado, y posibilidades de recirculación o uso alternativo del agua.

En estos temas Collahuasi explicó las medidas contempladas en los diseños y en la operación del proyecto, tendientes a evitar o minimizar los efectos ambientales. De igual forma, se manifestó la intención de Collahuasi de tener un acercamiento con las asociaciones y gremios de la Primera Región para dar a conocer los requerimientos de insumos y servicios, de modo que puedan prepararse anticipadamente para lograr los estándares y requerimientos exigidos por la compañía en las licitaciones. En relación al tema de recursos hídricos, se aclaró que de acuerdo con todos los antecedentes geológicos e hidrogeológicos disponibles se ha establecido que no existe conexión entre las aguas de las cuencas de Coposa ni de Michincha con las fuentes de agua que abastecen a la zona de Pica. Estos antecedentes han sido ratificados por la Dirección General de Aguas en base a estudios elaborados por ese mismo servicio.

ANEXO

NORMATIVA AMBIENTAL APLICABLE
• Constitución Política de la República. • Ley Nº 19.300, Ley de Bases Generales del Medio Ambiente. • D.S. Nº 30/97 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. • Resolución Nº 1215, Normas Sanitarias Mínimas Destinadas a Prevenir y Controlar la Contaminación Atmosférica. • D.S. Nº59/98, Establece Norma de Calidad Primaria para Material Particulado Respirable MP10. • D.S. Nº 144/61, Establece Normas para Evitar Emanaciones o Contaminantes Atmosféricos de Cualquier Naturaleza. • D.S. Nº 146/98, Reglamento sobre Niveles Máximos Permisibles de Ruidos Molestos Generados por Fuentes Fijas. • D.S. Nº 686/99, Norma de Emisión para la Regulación de la Contaminación Lumínica. • Ley Nº 3.133, Neutralización de los Residuos Provenientes de Establecimientos Industriales. • D.S. Nº 351, Aprueba Reglamento para la Neutralización y Depuración de los Residuos Líquidos Industriales a que se refiere la Ley Nº 3133. • D.F.L. Nº 725 , Código Sanitario. • D.S. Nº 735/69, Reglamento de los Servicios de Agua Potable destinados al Consumo Humano. • NCh Nº 409, Norma de Calidad de Agua para Uso Potable. • NCh Nº 1,333, Norma de Calidad de Agua para Diferentes Usos. • D.S. Nº 745/92, Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en Los Lugares de Trabajo.

- Ley Nº 4.601, ley de Caza (Su nuevo texto fijado por la Ley Nº 19.473).
- D.S. Nº 5/98, Reglamento de la Ley de Caza.
- Ley Nº 17.288, Ley sobre Monumentos Nacionales.
- D.S. Nº 158/81, Establece Límite de Pesos por Eje y Límites de Peso Bruto Total.
- Resolución Nº 11/91, Establece Dimensiones Máximas de Vehículos.
- D.S. Nº 298/87, Reglamento Transporte de Cargas Peligrosas por Calles y Caminos.
- D.S. Nº 379/85, Almacenamiento de Combustibles Líquidos Derivados de Petróleo Destinado a Consumos Propios.
- D.S. Nº 400/78, Fija Texto Refundido de la Ley 17.798 sobre Control de Armas y Explosivos.
- D.S. Nº 133/84, Reglamento Sobre Autorización para Instalaciones Radiactivas o Equipos Generadores de Radiaciones Ionizantes.
- D.S. Nº 3/85, Aprueba Reglamento de Protección Radiológico de Instalaciones Radioactivas.
- D.L. Nº 3.557, Establece Disposiciones sobre Protección Agrícola.
- D.L. Nº 2.222 , Ley de Navegación.
- D.S. Nº 1, Reglamento para el Control de la Contaminación Acuática.
- Ley Nº 18.892, Ley General de Pesca y Acuicultura.
- D.S. Nº 476, Promulga el Convenio sobre Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y Otras Materias, con sus Anexos I, II y III del año 1972.
- D.F.L. Nº 1340, Reglamento de Orden, Seguridad y Disciplina en las Naves y Litoral de la República.

PERMISOS AMBIENTALES SECTORIALES (D.S. N°30/97, Reglamento del SEIA)
• Permiso para hacer excavaciones de carácter o tipo arqueológico, antropológico, paleontológico o antropoarqueológico (Artículo 74); • Permiso para el transporte de materiales radiactivos (Artículo 81); • Permiso para emprender la construcción de tranques de relaves (Artículo 82); • Permiso para establecer botaderos en las minas a tajo abierto (Artículo 86); • Permiso para la construcción, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la provisión o purificación de agua potable de una población; (Artículo 90); • Permiso para construir obra de tratamiento de residuos industriales o mineros (Artículo 91); • Permiso para construir obra de tratamiento y disposición de aguas servidas (Artículo 74); • Permiso para la instalación de industria (Artículo 95); • Permiso relativa al Cambio de uso de suelo (Artículo 97);

EXTRACTO PARA PROCESO DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA
ESTUDIO DE IMPACTO AMIENTAL
PROYECTO EXPANSIÓN 110 KTPD PLANTA CONCENTRADORA COLLAHUASI
COMPAÑÍA MINERA DOÑA INÉS DE COLLAHUASI SCM

Se comunica a la opinión pública que Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM ha sometido su Proyecto de Expansión 110 ktpd ~~10 ktpd~~ Planta Concentradora Collahuasi al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental previsto en la Ley N°19.300 y su Reglamento D.S. N°30/97. El Proyecto de Expansión 110 ktpd consiste en el aumento de la capacidad de extracción y procesamiento de minerales sulfurados de las actuales operaciones de Collahuasi, para expandir la producción de cobre contenido en concentrados de 350 mil a 4110~~410~~ mil toneladas anuales~~al año~~. El proyecto incluye las modificaciones necesarias en las instalaciones de la planta concentradora y en la infraestructura de apoyo para aumentar la producción de dichos concentrados.

Los yacimientos y las actuales instalaciones de beneficio del mineral de la compañía se localizan en el altiplano chileno de la Primera Región de Tarapacá, Comuna de Pica, 185 km ~~unos 200 km~~ al sureste de la ciudad de Iquique, entre los 3.800 y 4.600 metros de altura sobre el nivel del mar. A esta área se accede desde la Ruta 5 Norte, a la altura de Pozo Almonte, a través de la Ruta A-625 que fue construida por Collahuasi, actualmente entregada al uso público. El concentrado de cobre es enviado por una tubería (mineroducto) de 203 km de longitud desde la planta concentradora hasta las instalaciones de filtración y embarque ubicadas en Punta Patache, ubicada a ~~unos~~ 65 km al sur de Iquique. A esta área se accede a través de la Ruta N°1que une la ciudad de Iquique con la localidad de Tocopilla.

En términos de operaciones mineras y procesos, el proyecto implica básicamente expandir la extracción del depósito de ~~el rajo~~ Rosario y sus respectivos depósitos de mineral estéril y de baja ley~~botaderos de estéril~~ con respecto al ~~del~~ plan minero original considerados en el Estudio de Impacto Ambiental aprobado en el año 1995~~habilitar un nuevo botadero de mineral de baja ley~~; ampliar las instalaciones de proceso de la planta concentradora; construir un nuevo mineroducto, utilizando para esos fines la misma franja del ducto actual ~~junto al actual~~; y ampliar las instalaciones de la planta de filtros y almacenamiento de concentrado en Punta Patache. El terminal mecanizado de embarque de concentrado no requiere modificaciones, debido a que su actual capacidad de carguío permitirá satisfacer las demandas de embarque de concentrado de la operación expandida. El proyecto requiere una ampliación menor del diseño del actual tranque de relaves en operación y la construcción de tres piscinas de evaporación del agua de filtración en el sector de Punta Patache. Además se requiere ampliar el campamento existente en el sector de Coposa para albergar al personal adicional requerido para la operación expandida.

En cuanto a abastecimiento de agua, el proyecto de expansión requiere 397 L/s de agua fresca, adicionales a los 550 L/s que consume la operación actual. El agua adicional se obtendrá desde los acuíferos de las cuencas de Coposa y Michincha, donde la compañía tiene derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas ya otorgados por la

Dirección General de Aguas por 867 y 264 L/s respectivamente. ~~, otorgados por la Dirección General de Aguas.~~

El Proyecto de Expansión 110 ktpd implica una inversión estimada en 600 millones de dólares y ha sido evaluado con una vida útil de 25 años~~, según las actuales reservas.~~ El inicio de la etapa de construcción está prevista para el segundo semestre del ~~-~~año ~~el segundo semestre de~~ 2001, con una duración estimada de dos años. La operación expandida se iniciará ~~iniciaría~~ el año 2004. Durante la construcción se ocupará un promedio de 3.000 trabajadores, alcanzándose un máximo de 5.000 a 6.000 personas en el período de punta. La operación dará empleo directo a 560 personas, incluyendo personal de Collahuasi y contratistas. En la contratación de personal la compañía dará preferencia a los postulantes de la Primera Región que aprueben los cursos en el Centro Tecnológico Minero de la ciudad de Iquique.

Como parte del Estudio de Impacto Ambiental se identificaron y evaluaron los impactos ambientales del Proyecto~~de Expansión 110 ktpd,~~ a partir de lo cual se definieron las medidas de ~~los requerimientos de~~ mitigación y programas de monitoreo necesarios. La evaluación cubrió todos los componentes ambientales~~relevantes~~ del área de influencia, que incluyen: calidad del aire; niveles de ruido y vibración; caudal y calidad de aguas superficiales y subterráneas; geomorfología, red de drenaje y suelo; vegetación y flora; fauna terrestre; flora y fauna acuática; paisaje; patrimonio cultural; niveles de servicio de caminos; y aspectos socioeconómicos.~~socioeconomía.~~

El proyecto de expansión tendrá un impacto positivo ~~en los aspectos socioeconómicos~~ a nivel regional y nacional en los aspectos socioeconómicos, debido a la contratación de mano de obra y el aumento en la adquisición de insumos y contratación de servicios. Para generar y potenciar oportunidades de trabajo y negocio para proveedores y contratistas de la Primera Región de Tarapacá, Collahuasi está dispuesta a favorecer~~tener un acercamiento con~~ a los proveedores, ~~las~~ ~~a~~asociaciones y gremios locales, a fin de dar a conocer los requerimientos actuales y futuros de insumos y servicios, y analizar aqué~~e~~llos que puedan ser proporcionados localmente, en la medida que éstos cumplan con los estándares de la compañía, dando así la oportunidad a representantes de la Región de prepararse anticipadamente para alcanzar los ~~estándares y~~ requerimientos exigidos por la compañía. El proyecto de expansión también implicará beneficios debido a la mayor demanda de insumos y servicios por parte de la faena y sus empleados, lo que incrementará las oportunidades de negocio para las otras actividades de la zona, como comercio, materiales de construcción, transporte, turismo, entre otras.

En el área de la mina se presentarán parcialmente efectos sobre ~~incrementarán los impactos sobre~~ la geomorfología y relieve del sector,~~y aumentará levemente el impacto sobre el paisaje~~ y la red de drenaje, producto del emplazamiento del ~~nuevo~~depósito~~botadero~~ de mineral de baja ley y mineral estéril, y el crecimiento del rajo R~~r~~osario~~y los botaderos de estéril~~. Las nuevas instalaciones de proceso se ubicarán dentro de~~l~~ la actual planta concentradora~~recinto industrial~~, por lo que no generarán impactos sobre superficies de terreno adicionales~~de relevancia~~. El nuevo mineroducto no generará impactos adicionales significativos puesto que ocupará ~~básicamente~~ la misma faja de terreno del ducto existente y pasará por un sector no forestado de la Reserva Nacional

Pampa del Tamarugal. En Punta Patache las instalaciones nuevas se ubicarán dentro del recinto industrial actual, si causar impactos de relevancia.

Las captaciones de agua subterránea podrían~~,~~ eventualmente generar en el tiempo ~~generar~~ una reducción de caudales en las vertientes de los Salares de Coposa y Michincha. Para mitigar este impacto y asegurar que no~~evitar que se~~ se afecten las lagunas y la flora y fauna asociada, está previsto recargar artificialmente las vertientes con agua fresca de calidad y cantidad similar, obtenida del campo de pozos. La recarga se aplicaría en el mismo punto donde afloran las aguas de las vertientes, durante el tiempo necesario, aun después del cierre del proyecto, hasta que las vertientes recuperen su caudal normal.

Adicionalmente~~Por otra parte~~, existe el compromiso de Collahuasi de mantener la calidad y cantidad del agua natural de la Quebrada Huinquintipa, para evitar que la operación del rajo Rosario y sus ~~los~~ botaderos de mineral estéril y de baja ley provoque una eventual ~~-~~reducción de caudales y una modificación ~~eventual alteración de~~ en la calidad de las aguas. De ser necesario se recargará artificialmente esta quebrada con agua fresca de buena calidad.

La operación del ~~El nuevo mineroducto~~ mineroducto contará con una serie de medidas de seguridad; éste irá enterrado en todo su trayecto y contará con estaciones disipadoras de energía para reducir la presión y velocidad del concentrado, manteniendo un flujo controlado, el cual será monitoreado permanentemente desde la sala de control de la planta concentradora. Además contará con piscinas de emergencia a lo largo del trazado para recibir la totalidad del ~~el~~ contenido del mineroducto en caso que sea necesario su vaciado ~~vaciarlo~~.

Para el transporte de insumos y productos Collahuasi exige por contrato que los proveedores y transportistas cuenten con planes adecuados de prevención de accidentes y contingencias, utilicen vehículos ~~los cuales~~ que cumplan con los estándares propios de la compañía~~en perfectas condiciones,~~ y cuenten con la debida capacitación de los conductores.

Collahuasi lleva a cabo un programa de monitoreo de variables ambientales a fin de verificar el cumplimiento de la normativa aplicable y detectar anticipadamente ~~tempranamente~~ cualquier efecto que requiera acciones correctivas. A este programa se le han incorporado nuevos alcances para cubrir las áreas y aspectos adicionales que implica el proyecto de expansión, no considerados en el proyecto inicial, incluyendo: mediciones de la laguna del Salar de Michincha; mediciones de caudal en la Quebrada Huinquintipa; calidad del agua en el sector del nuevo botadero de mineral de baja ley; y~~un pozo de~~ monitoreo adicional aguas abajo de las piscinas de evaporación en Punta Patache.

Durante los meses de enero y febrero de 2001 se llevaron a cabo reuniones con las autoridades de la Primera Región, Corema y su respectivo Comité Técnico y con las comunidades de Pica, Pozo Almonte e Iquique, con el propósito de presentar el proyecto de expansión y recabar la opinión de la comunidad al respecto. Los resultados de esta participación ciudadana anticipada se incorporaron tanto en los contenidos del Estudio de Impacto Ambiental como en la planificación y diseño del proyecto, considerando para estos fines ~~–~~las observaciones de carácter ambiental presentadas.

De conformidad con lo establecido en el artículo 28 de la Ley N°19.300, el Estudio de Impacto Ambiental se encuentra a disposición de los interesados para consulta en horarios de oficina ~~(lunes a viernes, de ___ a ___ horas)~~, en las oficinas de la Comisión Nacional del Medio Ambiente de la Primera Región de Tarapacá, ubicada en calle Zegers xxxxx, ~~___~~, Iquique~~; , y en la~~ Gobernación de la Provincia del Iquique, ubicada en calle xxxxx~~xxx___~~, Iquique~~;~~ I. Municipalidad de Pica, ubicada en calle xxxxx, Pica; y en la I. Municipalidad de Pozo Almonte, ubicada en calle xxxxx, Pozo Almonte~~en los mismos horarios anteriores~~. Las organizaciones ciudadanas con personalidad jurídica, por intermedio de sus representantes, y las personas naturales directamente afectadas, podrán formular sus observaciones debidamente fundamentadas y por escrito, remitiéndolas a la Comisión Regional del Medio Ambiente, Primera Región~~, calle Zegesrs xxxxx, xxxxx___, Iquique~~, en un plazo de 60 días hábiles a contar de la fecha de la presente publicación. Este extracto ha sido visado por la Comisión Regional del Medio Ambiente de la Primera Región de Tarapacá.

CAPÍTULO 1

PRESENTACIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM (Collahuasi) opera desde 1998 la faena de Collahuasi ubicada en el altiplano chileno de la I Región de Tarapacá, unos 200 km al sureste de la ciudad de Iquique. Actualmente se procesan mediante flotación convencional 60 mil toneladas por día (tpd) de mineral sulfurado para producir concentrados de cobre. Además se procesan 12.500 a 15.000 tpd de mineral oxidado mediante lixiviación en pilas y procesos SX-EW para obtener cátodos de cobre. El concentrado de cobre es enviado como pulpa a través de una tubería (mineroducto) desde las instalaciones de flotación hasta una planta de filtración y terminal mecanizado de embarque de concentrado ubicados en Punta Patache, unos 65 km al sur de Iquique. Los cátodos de cobre son transportados en camiones al Puerto de Iquique para su posterior embarque.

Collahuasi tiene proyectado aumentar la capacidad de beneficio de la planta concentradora de 60 mil a 110 mil tpd, aumentando con ello la producción de cobre contenido en concentrados de 350 mil a aproximadamente 410 mil toneladas por año. Para ello se requiere expandir y modificar las instalaciones y equipos de molienda y flotación del mineral y las instalaciones de filtración del concentrado, como también algunas obras de infraestructura de apoyo.

El presente documento contiene el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del proyecto de expansión a 110 mil tpd de la planta concentradora Collahuasi. Las obras y actividades del proyecto de expansión que tienen relevancia ambiental se someten a evaluación por parte de la COREMA de la I Región a través de este EIA, de acuerdo a lo establecido en el artículo 10, letra i) de la Ley 19.300 sobre Bases del Medio Ambiente.

1.2 HISTORIA DEL PROYECTO

El distrito minero Collahuasi tiene una larga historia de explotación minera, evidenciada por numerosos vestigios existentes. A fines del siglo XIX y principios del siglo XX se desarrolló una minería de vetas de cobre, oro, plata y manganeso, para lo cual se establecieron poblados y se construyeron redes camineras, ferroviarias, de telégrafos y energía que los abastecían. Hacia

fines del siglo XX se llevaron a cabo varias campañas de exploración minera tendientes a identificar los cuerpos mineralizados de cobre y determinar sus reservas.

En la primera mitad de la década de 1990 Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM desarrolló los estudios de factibilidad para explotar a gran escala los minerales de cobre, concluyendo con un proyecto destinado a producir 380 mil toneladas por año (t/a) de cobre fino (330 mil t/a en concentrados y 50 mil t/a en cátodos)

En 1995 Collahuasi presentó a la COREMA I Región el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Collahuasi, el cual fue aprobado mediante Resolución Exenta N°713/2199 con fecha 27 de diciembre del mismo año. Con ello se dio inicio a la etapa de construcción del proyecto, que tuvo una duración de casi tres años.

Las operaciones del Proyecto Collahuasi se iniciaron a fines de 1998, realizándose el primer embarque de concentrado de cobre en el mes de diciembre de 1998.

1.3 DESEMPEÑO EN LAS ÁREAS DE SALUD, SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE

En poco más de dos años de operación, Collahuasi ha obtenido importantes logros en las áreas de salud, seguridad y medio ambiente, demostrando ser una empresa responsable y líder en estas materias, incluso más allá de los compromisos adquiridos formalmente. Destacan en este campo los siguientes reconocimientos y resultados:

- En todo el proceso productivo existe el profundo compromiso de la compañía con la protección de los trabajadores y el entorno. Por ello, Collahuasi ha aplicado efectivamente el Sistema de Administración de Riesgos NOSA (National Occupational Safety Association), lo que ha posicionado a la compañía como una de las empresas mineras más seguras a nivel nacional e internacional, demostrado a través de las estadísticas de accidentabilidad que aplican en esta materia. En noviembre de 2000 la auditoría internacional efectuada por NOSA otorgó a Collahuasi la calificación máxima (Cinco Estrellas).

- Collahuasi está en la fase final de certificación de los procesos productivos de Óxidos, Transporte de Concentrados e Instalaciones Portuarias según las normas ISO 14.001, habiendo ya cumplido exitosamente la fase de auditorías correspondientes. Esto demuestra que la compañía dispone de adecuados y efectivos sistemas de identificación y evaluación de impactos ambientales, planes de contingencias, auditorías internas y externas, así como un programa de capacitación en materias ambientales a su personal y a trabajadores de empresas contratistas.

- La implementación por parte de Collahuasi de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) le ha permitido cumplir cabalmente con los compromisos adquiridos con motivo del Estudio de Impacto Ambiental aprobado en diciembre de 1995. El cumplimiento de estos compromisos fue auditado en dos oportunidades por la CONAMA (durante la etapa de construcción y luego en la etapa de operación), con resultados positivos.

- En el EIA de 1995 se establecieron compromisos para compensar el impacto generado en áreas específicas por la disposición de material estéril en el sector del rajo Ujina y en el futuro rajo Rosario. Los compromisos están relacionados con el transplante de queñoas y con el transplante de bofedales. Ambos programas de transplante fueron debidamente sometidos a evaluación y aprobación por parte de las autoridades pertinentes y se encuentran en pleno desarrollo. Estos programas destacan por el significativo aporte al conocimiento científico, siendo pioneros en lograr identificar (después de experiencias pilotos) los métodos de propagación y/o transplante más exitosos. Ambas experiencias merecen además un especial reconocimiento por cuanto en su desarrollo participan activamente tanto investigadores de la Universidad Arturo Prat como personas de origen aymará de los sectores de Pica y Guatacondo.

1.4 OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

De acuerdo a lo establecido en el artículo 2 de la Ley 19.300, el presente Estudio de Impacto Ambiental tiene los siguientes objetivos:

- describir detalladamente las características del proyecto de expansión;

- proporcionar antecedentes fundados para la predicción, identificación e interpretación de su impacto ambiental; y

- describir las acciones que ejecutará para impedir o minimizar sus efectos significativamente adversos.

Asimismo, el Estudio de Impacto Ambiental tiene por objetivo que las autoridades de la I Región con competencia en el tema ambiental se pronuncien a través de la COREMA correspondiente sobre la viabilidad del proyecto de expansión, en lo relativo a sus implicancias en el Medio Ambiente.

1.5 CONTENIDO DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

El presente documento ha sido elaborado de acuerdo a los requisitos establecidos en el artículo 12 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (D.S. 30/97 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia), que establece los siguientes contenidos para los Estudios de Impacto Ambiental:

a) Indice
b) Resumen Ejecutivo
c) Descripción del Proyecto
d) Plan de cumplimiento de la legislación ambiental aplicable
e) Descripción pormenorizada del artículo 11 de la Ley 19.300
f) Línea Base
g) Predicción y evaluación del impacto ambiental
h) Plan de medidas de mitigación, reparación y/o compensación
i) Plan de seguimiento de las variables ambientales relevantes
j) Acciones realizadas con organizaciones ciudadanas
k) Apéndices del Estudio de Impacto Ambiental.

Para dar cumplimiento a los requerimientos anteriormente señalados, el presente Estudio de Impacto Ambiental se ha estructurado de la siguiente forma:

- **Índice**

- **Resumen Ejecutivo**

- **Capítulo 1: Presentación**

- **Capítulo 2: Descripción del Proyecto**. Contiene los antecedentes generales del proyecto de expansión y de su titular, así como una descripción detallada de las etapas de construcción, operación y cierre/abandono del proyecto de expansión.

- **Capítulo 3: Plan de cumplimiento de la legislación ambiental aplicable.** Contiene el marco legal y administrativo vigente en Chile que aplica al proyecto de expansión en materia ambiental; describe la forma de cumplimiento de la dicha normativa y proporciona la información técnica sobre permisos ambientales requeridos por este proyecto.

- **Capítulo 4: Análisis de los criterios del artículo 11 de la Ley 19.300.** Contiene el análisis de pertinencia de ingreso del proyecto de expansión al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, así como el análisis de la necesidad de elaborar un Estudio de Impacto Ambiental.

- **Capítulo 5: Línea Base.** Contiene la información de línea base del área de influencia del proyecto, incluyendo las operaciones actuales, el medio físico, biótico, socioeconómico y cultural, características del medio construido y usos del suelo, y la caracterización del paisaje.

- **Capítulo 6. Predicción y evaluación de impactos ambientales.** Contiene la identificación, predicción y evaluación de los impactos ambientales del proyecto de expansión, considerando las etapas de construcción, operación y abandono.

- **Capítulo 7: Plan de medidas de mitigación, prevención de riesgos ambientales y contingencias.** Describe las medidas de mitigación, prevención de riesgos y de control de accidentes consideradas para lograr un proyecto compatible con el Medio Ambiente, dando cumplimiento a la legislación ambiental vigente;

- **Capítulo 8: Plan de seguimiento de variables ambientales.** Contiene el plan de monitoreo previsto para el seguimiento de las variables ambientales relevantes durante la vida útil del proyecto y un período de post-cierre;

- **Capítulo 9: Participación ciudadana.** Resume las acciones que Collahuasi ha llevado a cabo con la comunidad de manera anticipada a objeto de informarla y recabar su opinión sobre el proyecto de expansión. Se incluyen los resultados de tales iniciativas y las medidas que ha adoptado el proyecto en respuesta a los planteamientos de la comunidad.

CAPÍTULO 2

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 ANTECEDENTES GENERALES

2.1.1 Nombre del Proyecto

El Proyecto minero que ingresa al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental a través del presente Estudio de Impacto Ambiental (EIA) se denomina **Proyecto Expansión 110 ktpd Planta Concentradora Collahuasi**.

2.1.2 Identificación del Titular

El titular del Proyecto Expansión 110 ktpd Planta Concentradora Collahuasi es **Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi S.C.M.** Los antecedentes de la compañía son los siguientes:

- Dirección: **Av. Andrés Bello 2687, Piso 11, Las Condes, Santiago**
- Teléfono: **(02) 3626556**
- Fax: **(02) 3626569**
- RUT: **89.468.900-5**
- Representante Legal: **Juan Carlos Palma Irarrázaval, Vicepresidente Legal y Asuntos Externos**
  Thomas Keller Lipold, Vicepresidente de Finanzas y Administración

Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi S.C.M. (en adelante Collahuasi) es una empresa chilena cuyos dueños son: Falconbridge Limited, de Canadá (44%), Anglo American plc, del Reino Unido (44%) y un consorcio japonés liderado por la empresa Mitsui & Co. (12%).

En Anexo A se presentan los documentos que acreditan la personería del representante legal.

2.1.3 Objetivo y Justificación del Proyecto

El objetivo principal del Proyecto Expansión 110 ktpd es aumentar la producción de cobre de la compañía, teniendo en consideración las variaciones en la ley del mineral a tratar, optimizando e incrementando el ritmo de explotación y procesamiento de los minerales sulfurados y la consecuente producción de concentrado de cobre.

La expansión de las operaciones de Collahuasi se justifica por las razones siguientes:

- mantención y aumento de su producción de cobre, considerando una menor calidad (ley) del mineral a tratar en el futuro;

- la demanda creciente de cobre como materia prima en el mercado mundial de diversas industrias;

- los yacimientos de mineral de cobre de Collahuasi tienen reservas suficientes para ser explotados por al menos 25 años a un ritmo de explotación mayor al proyectado originalmente, utilizando tecnología probada.

2.1.4 Localización Geográfica y Político-Administrativa

El Proyecto Expansión 110 ktpd Planta Concentradora Collahuasi se ubica en la Primera Región de Tarapacá, abarcando tres áreas principales (ver Figura 2.1):

- Área Mina-Planta
- Área Mineroducto
- Área Instalaciones Portuarias Punta Patache.

El área Mina-Planta se ubica en el altiplano chileno de la I Región, unos 200 km al sureste de la ciudad de Iquique, entre los 3.800 y 4.600 metros sobre el nivel del mar (m s.n.m.). Esta área se extiende entre las coordenadas geográficas 20°50' y 21°00' de Latitud Sur, y entre los 68°34' y 68°44' de Longitud Oeste (ver Figura 2.2). El área pertenece a la Comuna de Pica, Provincia de Iquique. La localidad más próxima es Guatacondo, ubicada unos 35 kilómetros hacia el oeste. En el área Mina-Planta se ubican los rajos Ujina, Rosario y Huinquintipa, las instalaciones de beneficio de minerales, los botaderos de estéril y tranque de relaves, y las obras de infraestructura de apoyo, incluyendo campamento, aeródromo y campo de pozos de abastecimiento de agua.

El área Mineroducto se extiende entre la planta concentradora ubicada en el sector de Ujina, a una altura aproximada de 4.000 m s.n.m y las instalaciones portuarias ubicadas en el sector de Punta Patache, unos 65 kilómetros al sur de Iquique, en un recorrido de aproximadamente 203 kilómetros. En el área Mineroducto se ubica la tubería de conducción de concentrado de cobre propiamente tal, así como las estaciones de disipación de energía y las piscinas de seguridad donde el contenido del mineroducto puede acumularse en caso de emergencia.

El área de Instalaciones Portuarias Punta Patache se ubica en la costa de la I Región, unos 65 km al sur de la ciudad de Iquique. Las coordenadas geográficas son 20°48' Latitud Sur y 70°13' Longitud Oeste. Esta área corresponde a la comuna de Iquique, Provincia de Iquique. La localidad más próxima corresponde a Caleta Cáñamo, situada inmediatamente al norte de Punta Patache. En el área de Punta Patache se ubican las instalaciones de filtración y secado del concentrado, el galpón de almacenamiento, el terminal mecanizado de embarque y las obras de manejo y disposición de las aguas de filtración (piscina de evaporación y plantación forestal para evapotranspiración del agua).

2.1.5 Accesos

Al área Mina-Planta se accede desde la Ruta 5 Norte, a la altura de Pozo Almonte, a través de la Ruta A-625. Este camino fue construido por Collahuasi. El trayecto entre Pozo Almonte y la garita de control de Collahuasi es de aproximadamente 155 kilómetros (ver Figura 2.1). El área Mina-Planta cuenta también con un aeródromo que permite el acceso aéreo.

Al área de Instalaciones Portuarias Punta Patache se accede a través de la Ruta N°1que une Iquique con Tocopilla. Este es un camino asfaltado que pasa junto al Aeropuerto Internacional Diego Aracena (ver Figura 2.1).

El mineroducto cuenta con un camino de servicio destinado principalmente a labores de observación, inspección y/o mantención, que permite acceder a él en todo su recorrido entre el área Mina-Planta y las instalaciones portuarias de Punta Patache.

2.1.6 Superficie de Nuevas Instalaciones

Las nuevas obras e instalaciones previstas para la expansión de la planta concentradora Collahuasi se ubicarán junto a las instalaciones existentes, cubriendo una superficie adicional de aproximadamente 8,7 hectáreas en el área Mina Planta. A ello se suman superficies adicionales de botaderos de estéril (646 hectáreas), en el tranque de relaves (888

hectáreas), y una superficie adicional en el botadero de mineral de baja ley (660 hectáreas).

El nuevo mineroducto tendrá una longitud total de aproximadamente 190 kilómetros y se construirá junto al mineroducto existente en aproximadamente un 85% de su trazado. Considerando una franja de intervención de 10 metros más las superficies requeridas para las nuevas estaciones de disipación de energía y piscinas de seguridad, en el área Mineroducto la superficie total de nuevas instalaciones es de aproximadamente 70 hectáreas.

Las nuevas instalaciones previstas para la expansión de la planta de filtración y secado del concentrado de cobre en Punta Patache se ubicarán junto a las instalaciones existentes, cubriendo una superficie adicional de aproximadamente 0,3 hectáreas. En esta área Collahuasi considera además construir tres nuevas piscinas de evaporación del agua de filtración, las cuales forman parte del proyecto original aprobado, el cual incluía cuatro piscinas de evaporación, de las cuales sólo se ha construido una.

El siguiente cuadro resume las superficies aproximadas de las nuevas instalaciones de Collahuasi:

Área	Superficie de Nuevas Instalaciones
Mina-Planta	8,7 ha
Mineroducto	70,0 ha
Inst. Portuarias Punta Patache	0,3 ha
Total	79,0 ha

En la sección siguiente se indican las obras e instalaciones que se construirán y operarán en cada área, en el marco del Proyecto Expansión 110 ktpd.

2.1.7 Acciones y Obras Físicas de la Expansión

Area Mina Planta

La Figura 2.2 y 2.3 muestran el plano de disposición general de las obras e instalaciones del Proyecto Expansión 110 ktpd en el área Mina-Planta. Las nuevas operaciones y actividades que se llevarán a cabo en esta área son las siguientes:

- aumento del ritmo de explotación de mineral a rajo abierto;
- aumento del ritmo de extracción de roca estéril y mineral de baja ley, y su disposición en botaderos de estéril esencialmente existentes en la actualidad;
- aumento del ritmo de procesamiento de minerales sulfurados, incluyendo chancado primario, molienda y flotación convencional;
- aumento de la tasa de disposición de los relaves en el tranque existente;
- aumento de la tasa de extracción de agua de proceso desde de pozos existentes en la cuenca de Coposa, con derechos de extracción ya otorgados a Collahuasi por parte de la Dirección General de Aguas;
- extracción de agua de proceso desde la cuenca de Michincha, a una tasa inferior al caudal disponible de acuerdo a los actuales derechos de aprovechamiento otorgados a Collahuasi por la Dirección General de Aguas;
- aumento del flujo de transporte de personal e insumos por el actual camino de acceso; y
- suministro de energía eléctrica adicional, mediante el sistema de adquisición de la misma puesto en faena.

Las obras e instalaciones principales que se desarrollarán y construirán para tal propósito son las siguientes:

- ampliación de los botaderos de estéril y mineral de baja ley proyectados para el área de Rosario;
- nuevo chancador primario en el sector del rajo Rosario;
- correas transportadoras de mineral entre la planta de chancado y la planta concentradora;
- líneas adicionales de molienda y flotación en el área de la actual planta concentradora;
- ampliación menor del tranque de relaves;
- estanques adicionales de almacenamiento de combustibles y reactivos de proceso;
- ajuste del sistema de bombeo de agua subterránea desde la cuenca de Coposa;
- sistema de impulsión y conducción de agua subterránea desde pozos existentes en la cuenca de Michincha;
- ampliación del campamento existente para albergar al personal adicional;
- casa de cambio y casino para el personal en el sector de Rosario; y
- policlínico en el sector de Rosario.

Los rajos considerados en el proyecto original (Ujina, Rosario y Huinquintipa) no sufren modificaciones significativas o ampliaciones mayores en su diseño. El tranque de relaves y obras anexas de conducción de relaves y recirculación de agua tampoco requieren modificaciones, por cuanto la capacidad total aprobada en el EIA original (año 1995),

Dirección General de Aguas y SERNAGEOMIN admite el volumen de la expansión proyectada a 110 ktpd.

La energía eléctrica adicional requerida, estimada en una potencia de 80 MW, se adquirirá puesta en planta, incluyendo la construcción y operación de una subestación, en una modalidad similar a la utilizada durante la construcción del Proyecto Minero Collahuasi a partir del año 1996. La construcción del nuevo tendido eléctrico y la obtención de los permisos requeridos, será de responsabilidad de la empresa suministradora.

Area Mineroducto

La Figura 2.4 muestra el trazado del nuevo mineroducto y la disposición general de las instalaciones de disipación de energía y piscinas de emergencia. Las nuevas operaciones y actividades que se llevarán a cabo en esta área son las siguientes:

- conducción de concentrado de cobre a través del nuevo ducto; y
- inspecciones periódicas del estado y funcionamiento de las instalaciones.

Las nuevas obras e instalaciones que se desarrollarán y construirán para tal propósito son las siguientes:

- nuevo mineroducto;
- nueva estación de preparación e impulsión de la pulpa de concentrado en el área de la planta de flotación;
- estaciones disipadoras de energía; y
- piscinas de seguridad para acumular el contenido del ducto en caso de emergencia.

Area Instalaciones Portuarias Punta Patache

Las Figuras 2.5 y 2.6 muestran la disposición general de las obras e instalaciones del Proyecto Expansión 110 ktpd en el área de Punta Patache. Las nuevas operaciones y actividades que se llevarán a cabo en esta área son las siguientes:

- aumento del ritmo de espesamiento, filtración y secado del concentrado de cobre;
- aumento de la frecuencia de embarque de concentrado; y
- aumento de la tasa de disposición del agua de filtración en piscinas de evaporación.

Las nuevas obras e instalaciones que se desarrollarán y construirán para tal propósito son las siguientes:

- nuevo espesador de concentrado;
- nueva línea de filtración y secado del producto; y
- ampliación del actual galpón de almacenamiento.

El terminal mecanizado de embarque de concentrado no sufre modificaciones o ampliaciones, debido a que su capacidad de carguío actual permite satisfacer las demandas futuras producto de la mayor disponibilidad de concentrado. Las instalaciones administrativas y de soporte tampoco requieren modificaciones de relevancia. Collahuasi construirá tres piscinas de evaporación del agua de filtración, completando el total de cuatro piscinas del proyecto original.

2.1.8 Monto Estimado de la Inversión

El desarrollo del Proyecto Expansión 110 ktpd Planta Concentradora Collahuasi implica una inversión estimada en 600 millones de dólares.

2.1.9 Vida Útil y Cronograma de Etapas

De acuerdo con las reservas mineras actualmente establecidas para los yacimientos, el Proyecto Expansión 110 ktpd y su respectivo estudio se efectúa con un horizonte de 25 años.

Durante la vida del proyecto continuarán las actividades de exploración minera con el objetivo de evaluar posibles nuevas expansiones.

Las etapas e hitos del Proyecto Expansión 110 ktpd son los siguientes:

- *Etapa de construcción de las instalaciones y obras de la expansión*: tendrá una duración estimada de alrededor de 2 años, iniciándose en el segundo semestre del año 2001.

- *Etapa de operación expandida*: tendrá un horizonte de 25 años. La puesta en marcha está prevista para el año 2004.

2.1.10 Justificación de la Localización

Prácticamente la totalidad de las nuevas obras e instalaciones del proyecto de expansión se localizarán junto a las instalaciones existentes, en terrenos que ya constituyen un área industrial-minera (ver Figuras 2.2, 2.4 y 2.5). Con ello se pretende integrar las nuevas líneas de producción a la operación existente, logrando un solo proceso y minimizando la intervención de nuevas áreas.

Los terrenos disponibles junto a las instalaciones actuales son adecuados para construir y operar las nuevas instalaciones y equipos del proyecto de expansión, y son de propiedad de Collahuasi.

En el caso del nuevo mineroducto, que se instalará junto al existente en gran parte del trazado, el objetivo es aprovechar al máximo la franja utilizada actualmente y así reducir la intervención de nuevas áreas.

2.2 PROYECTO BASE ORIGINAL

2.2.1 Introducción

El Proyecto Collahuasi (proyecto base original) fue aprobado ambientalmente mediante Resolución Exenta N°713/2199 de fecha 27 de diciembre de 1995, y entró en operaciones a fines de 1998. El proyecto se planificó y evaluó económicamente para una vida útil de 25 años, con un ritmo de proceso de minerales sulfurados de 60 mil toneladas por día (60 ktpd), y un ritmo de proceso de minerales oxidados de 12,5 a 15 ktpd por un tiempo menor. En las secciones siguientes se describe resumidamente el proyecto original aprobado y en operación, sobre el cual se proyecta la expansión a 110 ktpd.

2.2.2 Operaciones y Procesos

Operaciones mina

El proyecto base original considera la explotación en el tiempo de tres yacimientos de cobre (denominados Ujina, Rosario y Huinquintipa) ubicados unos 200 km al sureste de Iquique, sobre los 4.000 m s.n.m.

La explotación se realiza a rajo a un ritmo de 60 ktpd de tratamiento de minerales sulfurados y 12,5 a 15 ktpd de minerales oxidados. El mineral es cargado en camiones mediante palas y transportado hacia las instalaciones de proceso.

Proceso de sulfuros

El mineral sulfurado es sometido a operaciones de chancado primario (bajo 300 mm) y molienda en molinos SAG y molinos de bolas. Luego es procesado mediante flotación convencional para producir unas 330 mil toneladas por año (t/a) de cobre fino contenido en concentrados. El concentrado de cobre es enviado a un espesador y luego a dos estanques de acumulación, donde es preparado a una densidad de 56% de concentración en peso, para ser enviado como pulpa a través de un mineroducto hasta la planta de filtración y terminal de embarque ubicado en Punta Patache.

Los relaves del proceso de flotación son depositados en un tranque ubicado la noreste de la planta, desde donde se recircula agua para el proceso.

En el sector de Punta Patache el concentrado de cobre es recibido en un espesador donde se aumenta su densidad a 65% en peso; luego pasa a un circuito de filtros de prensa donde el concentrado adquiere una humedad de 8-9%. El concentrado es almacenado en un galpón cerrado con presión negativa, desde donde es finalmente embarcado.

Las aguas de filtración del concentrado (aproximadamente 21 L/s) son eliminadas mediante evaporación en una piscina ubicada al noreste de la planta de filtros, y mediante evapotranspiración en una plantación forestal habilitada inmediatamente al norte.

Proceso de óxidos

El mineral oxidado es sometido a operaciones de chancado primario, secundario y terciario para reducir su tamaño a menos de 3/8". Una vez chancado, el mineral es sometido a un proceso de aglomeración con la utilización de una solución ácida y agua, para luego ser dispuesto en pilas, donde es sometido a un proceso de lixiviación. La solución rica de la lixiviación es colectada en la base de las pilas y enviada a procesos de extracción por solventes y electro-obtención (SX-EW), donde se producen alrededor de 50 mil t/a de cátodos de cobre. Los cátodos son transportados en camiones al Puerto de Iquique para su posterior embarque. Los ripios de lixiviación permanecen en las pilas, sobre los cuales se deposita mineral fresco para una nueva fase de lixiviación.

En las Figuras 2.7 y 2.8 se muestra un diagrama de flujo simplificado de los procesos.

2.2.3 Obras, Instalaciones y Layout

En las Figuras 2.2 y 2.5 se muestran los planos de disposición general (layout) de las obras e instalaciones del proyecto base original en las áreas Mina-Planta y Punta Patache respectivamente, en su etapa final prevista para el año 25.

El proyecto original considera la apertura de tres rajos, con las siguientes dimensiones generales en su etapa de mayor desarrollo:

Rajo	Longitud Mayor (m)	Longitud Menor (m)	Profundidad Máxima (m)
Ujina	1.700	1.500	390
Rosario	3.200	3.000	650
Huinquintipa	1.000	400	

Los explosivos utilizados en las tronaduras son almacenados en un polvorín ubicado al sur del rajo Ujina (ver Figura 2.2).

Para la disposición de roca estéril se contempla un total de tres botaderos, uno ubicado junto al rajo Ujina (con capacidad para disponer 603 millones de toneladas), uno ubicado junto al rajo Rosario (con capacidad para disponer 1.222 millones de toneladas) y uno ubicado junto al rajo Huinquintipa (con capacidad para disponer 6,4 millones de toneladas). Además se contempla la disposición de minerales de baja ley en dos depósitos, uno cerca del rajo Ujina (75,5 millones de toneladas de capacidad) y otro cerca del rajo Rosario (255 millones de toneladas de capacidad).

La línea de proceso del mineral sulfurado incluye las siguientes instalaciones:

- edificio del chancador primario;
- acopio o stockpile de mineral chancado de 60 mil toneladas de capacidad (cubierto);
- nave de molienda con dos molinos SAG, dos molinos de bolas y dos batería de hidrociclones;
- nave de flotación con celdas de flotación primaria, hidrociclones, celdas de flotación de arenas, molinos de remolienda y celdas de flotación de limpieza;
- espesador de 43 m de diámetro; y
- dos estanques de acumulación y preparación de concentrado.

Las instalaciones de flotación y molienda se ubican en edificios metálicos totalmente cubiertos, con piso de concreto.

El mineroducto consiste en una tubería de acero revestida internamente con HDPE, de 178 mm de diámetro y aproximadamente 203 km de longitud. Tiene capacidad para transportar un millón de toneladas de concentrado por año. Para vencer cotas topográficas en los tramos iniciales cuenta con una estación de bombeo en el sector de la planta. A lo largo de su recorrido existen 5 estaciones reductoras de presión y 5 piscinas de emergencia con capacidad para acumular dos veces el contenido del tramo inmediatamente superior del mineroducto.

En el sector de Punta Patache las instalaciones incluyen:

- espesador de 43 m de diámetro;
- circuito de filtración compuesto por 3 filtros de prensa accionados por aire comprimido;
- galpón cerrado con capacidad para almacenar 750 mil toneladas de concentrado, dotado de sistemas para generar presión negativa en su interior; y
- sistema de embarque de 1.350 toneladas por hora de capacidad, consistente en correas transportadoras encapsuladas, un puente metálico sobre el cual va montado un brazo retráctil conectado a un chute que se inserta dentro de las bodegas del barco.

La línea de proceso de mineral oxidado incluye las siguientes instalaciones:

- cancha de acumulación de mineral con capacidad para 12 millones de toneladas (500 x 400 m²);
- chancado secundario y terciario en un edificio cerrado dotado de sistemas de captura de polvo;
- acopio o stockpile de 20 mil toneladas de capacidad (cubierto);
- tambores para aglomeración del mineral con agua y ácido sulfúrico (1.300 toneladas por hora de capacidad);
- pilas de lixiviación que abarcarán en u etapa final una superficie total final de 107 hectáreas, con una altura final de 40 m en 8 etapas de 5 m cada una (la base de las pilas está impermeabilizada con carpeta de PVC de 1 mm de espesor);
- sistema de irrigación de las pilas mediante goteo;
- piscina de acumulación de la solución rica, impermeabilizada, de 26 mil metros cúbicos de capacidad; y
- planta de extracción por solventes y planta de electro-obtención en 184 celdas, ambas ubicadas en edificios metálicos totalmente cubiertos con piso de concreto.

2.2.4 Insumos

En el siguiente cuadro se indican los principales insumos de la actual operación, así como los respectivos consumos anuales (aproximados):

Insumo	Uso Principal	Consumo	Unidad
Acido Sulfúrico	Lixiviación	180.000	t/a
Reactivo de Flotación : MIBC	Flotación	754	t/a
Reactivo de Flotación: DF 250	Flotación	223	t/a
Reactivo de Flotación: SF 113	Flotación	851	t/a
Reactivo de Flotación: SF 323	Flotación	345	t/a
Reactivo de Flotación: SF 114	Flotación	224	t/a
Cal	Flotación	32.450	t/a
Anti-incrustante	Flotación	98	t/a
Floculante	Flotación	353	t/a
Petróleo Diesel	General	40.000	m^3/a
Bencina	General	700	m^3/a
Extractante	Extracción por solventes	220	m^3/a
Diluyente	Extracción por solventes	500	m^3/a
Sulfato de Cobalto	Electro-obtención	45	t/a
Guar Opt.43	Electro-obtención	20	t/a
Anodos (plomo)	Electro-obtención	120	Unidades/a
Cátodos (acero)	Electro-obtención	120	Unidades/a
Explosivo (Slurry)	Explotación mina	8.000	t/a
Explosivo (ANFO)	Explotación mina	15.000	t/a

2.2.5 Mano de Obra

La operación actual de Collahuasi da empleo directo aproximadamente a 1.050 personas y empleo indirecto a través de contratistas a unas 1.200 personas. La distribución del personal propio de Collahuasi, en cada una de sus áreas operativas y de administración es la siguiente:

- área Mina-Planta y sector Coposa: 950 personas; y
- área Instalaciones Portuarias Punta Patache: 20 personas.

En las oficinas administrativas en Iquique y Santiago laboran 80 personas.

2.2.6 Infraestructura

La infraestructura del proyecto base original incluye las siguientes obras e instalaciones (ver Figura 2.2):

- Campamento para 900 personas ubicado 18 km al norte de las instalaciones de proceso, en la cuenca de Coposa. Este campamento cuenta con comedor, sala de juegos y gimnasio, entre otras dependencias, y cubre una superficie total de aproximadamente 40.000 m².

- Aeródromo ubicado unos 6 km al sur del Salar de Coposa. La pista es asfaltada y cuenta con sistemas de iluminación y señalización los que permiten la realización de operaciones nocturnas, en el caso que sea requerido.

- Talleres de mantención de equipos mina, ubicado en el área de Ujina. Este taller cuenta con instalaciones para reparaciones mecánicas y eléctricas a la totalidad de los equipos mineros pesados, incluyendo lavado de camiones y maquinaria y cambio de lubricantes.

2.2.7 Abastecimiento de Agua

La demanda de agua fresca (no recirculada) de la operación base original de Collahuasi es del orden de 550 L/s en régimen normal (según estadística de la operación actual). El agua es extraída desde el acuífero de la cuenca de Coposa en un campo de pozos ubicado entre 6 y 15 km al sur del salar del mismo nombre. El agua es conducida a través de una tubería de acero de 762 mm de diámetro y 20 km de longitud, hasta un estanque de acumulación de 3.4400 m³ de capacidad ubicado en el sector sur de Coposa. La impulsión del agua se realiza mediante una estación de bombeo ubicado en el sector de pozos.

La compañía tiene adquiridos en la actualidad derechos de aprovechamiento consuntivos de aguas subterráneas en el sector de Coposa por un caudal total de 867 L/s. Además dispone de derechos de aprovechamiento de agua subterránea en el sector del Salar de Michincha (los cuales no se utilizan en la operación actual), por un caudal total de 264 L/s.

En Punta Patache, el consumo medio de agua potable es de 2,5 m³/d (0,027 L/s). El agua para servicios sanitarios se transporta en camiones cisterna desde la ciudad de Iquique, hasta estanques de acumulación ubicados en el Puerto Patache. Para el consumo humano se utiliza agua mineral envasada.

2.2.8 Transporte

El transporte de la actual operación se compone de buses con personal desde/hacia la faena en los cambios de turno; insumos de proceso; combustibles; repuestos; productos de abastecimiento para el campamento; y cátodos de cobre como producto del proceso de óxidos.

De acuerdo con los registros disponibles en la garita de control de acceso al Área Mina-Planta, el flujo vehicular promedio desde/hacia la faena es de 170 viajes por día, desglosado de la siguiente forma:

Tipo de Vehículo	Frecuencia Media (viajes/día)	Observaciones
Buses	12	
Camiones con combustible	11	
Camiones con insumos	24	Ácido Sulfúrico y Cal
Camiones de abastecimiento	33	
Camiones de Cátodos	10	
Vehículos livianos	75	
Otros	5	Furgones y Mini-Buses
Total	**170**	

En el Área de Instalaciones Portuarias Punta Patache el flujo vehicular corresponde básicamente al traslado de personal, repuestos, combustibles e insumos menores de operación. La frecuencia promedio es de 90 viajes/día desde/hacia el terminal.

2.2.9 Suministro de Energía Eléctrica

La potencia eléctrica demandada por la operación actual es de 110 MW. La energía es adquirida puesta en planta y es suministrada por una empresa eléctrica independiente. La energía es conducida a través de la línea de alta tensión Lagunas-Collahuasi (220 kV, trifásica, 50 Hz) hasta una subestación eléctrica ubicada en el sector de la planta de procesos, desde donde se distribuye a los diferentes puntos de consumo.

2.2.10 Manejo y Disposición de Emisiones y Residuos

A continuación se indican las emisiones y residuos generados por el proyecto base original, las cantidades totales a generar durante la vida útil prevista inicialmente, y las respectivas formas de disposición y/o manejo.

Roca Estéril:

La explotación de los yacimientos requiere la remoción de una 285 mil tpd de roca estéril y minerales de baja ley para acceder a los cuerpos mineralizados de mayor ley. La cantidad total final de estériles se ha estimado en 1.831 millones de toneladas. La roca estéril es dispuesta en botaderos ubicados junto a los rajos. El proyecto original contempla un total de tres botaderos, tal como se señaló en la sección 2.2.3.

Los botaderos se construyen mediante el sistema habitual de descarga de la roca por volteo de la tolva de camiones, generando taludes con ángulo natural de aproximadamente 37º a 38º.

En la base de los botaderos que reciben roca con potencial de generar drenajes ácidos se coloca previamente una capa de material neutro (sin potencial de generar acidez y con potencial neutralizante), específicamente en los sectores de quebradas y/o áreas de eventuales afloramiento de aguas subterráneas, donde las aguas podrían entrar en contacto con el material dispuesto, evitando que la roca potencialmente oxidada sea lixiviada por los escurrimientos de agua.

Ripios de lixiviación:

Corresponden al mineral residual del proceso de lixiviación en pilas. Este material queda dispuesto en la propia pila, sobre la carpeta impermeable. La pila sigue creciendo con una nueva capa de mineral de 5 metros de altura, sobre los ripios de la capa previamente lixiviada. En total se generarán unas 47 millones de toneladas de ripios. Los escurrimientos de aguas lluvia o percolación de humedad residual del proceso en las pilas son capturados en el fondo de las mismas (en carpeta impermeable) y enviados como solución recirculada al proceso.

Relaves:

Se generan en la planta de flotación a razón de 60 ktpd aproximadamente. La cantidad total prevista para la vida útil del proyecto base es de aproximadamente 530 millones de toneladas. Los relaves son conducidos hasta el tranque de relaves para su disposición final, el cual cuenta con una capacidad total aprobada de 910 millones de toneladas, cubriendo una superficie final de aproximadamente 2398 hectáreas. El muro del tranque se construye en su primera etapa utilizando material de empréstito proveniente de la mina; luego se utilizará la fracción más gruesa de los relaves (clasificada en hidrociclones), y alcanzará una altura final de 90 metros.

Los relaves son conducidos desde la planta de procesos hasta el tranque mediante una canaleta abierta de hormigón de 7,2 km de longitud. Las arenas o fracción gruesa utilizada en la construcción del muro son enviadas al tranque a través de una tubería de 12" de diámetro y 6,9 km de longitud. La base del muro cuenta con un sistema de drenes para captar y recircular las aguas de consolidación del depósito y de disposición de las arenas. El sector de la laguna de clarificación en contacto con terreno natural permeable cuenta con carpeta de impermeabilización.

En el sector de la laguna de aguas claras del depósito de relaves existe un sistema de bombeo montado en un sistema de balsas, el cual permite recircular el agua clara a la planta de procesos, optimizando su uso y disminuyendo el consumo de agua fresca. Este flujo es de aproximadamente 190 L/s. Esta agua tiene las siguientes características principales:

Parámetro	Concentración / Valor	Unidad
pH	7 – 7,8	-
Sulfatos	218 – 355	mg/L
Cobre	0,005 – 0,2	mg/L
Molibdeno	0,007 – 0,37	mg/L
Plomo	0,007 – 0,02	mg/L
Hierro	0,005 – 0,38	mg/L
Manganeso	0,01 – 2,75	mg/L
Sólidos disueltos	562 – 834	mg/L
Arsénico	0,001 – 0,05	mg/L

Se ha estimado que entre 97 y 117 L/s de agua de relaves se infiltran al subsuelo en las zonas de contacto relave/terreno natural. El EIA aprobado en el año 1995 para la operación

actual establece que debido a la calidad de esta agua y la tasa de dilución de los escurrimientos subterráneos, esta infiltración no ocasionará efectos adversos de relevancia en las aguas subterráneas, toda vez que los escurrimientos se dirigen hacia los campos de pozos de Collahuasi donde se extrae agua subterránea para el procesos. Además se contempla el monitoreo de las aguas en el perímetro aguas abajo del tranque de relaves y la eventual intercepción de las infiltraciones si el monitoreo acusa algún efecto de importancia (ver secciones 7.3.4 y 7.4.4 del Capítulo 7 de este EIA).

El tranque de relaves cuenta con los permisos sectoriales de la Dirección General de Aguas (Resolución Exenta N°3240 del 10 de octubre de 1999) y del SERNAGEOMIN (Resolución Exenta N°0824 del 30 de septiembre de 1997).

Residuos domésticos e industriales:

En la faena del área Mina-Planta se generan residuos domésticos, principalmente restos de comida, envases y envoltorios de alimentos, artículos de aseo personal y de oficina desechados. Además se generan residuos industriales no peligrosos, principalmente cartones, maderas, escombros, chatarras, pallets y gomas.

Los residuos domésticos e industriales, unos 2.000 m^3/mes son enviados a un relleno sanitario construido y operado por Collahuasi ubicado en el sector de Ujina, aproximadamente a 3 km al norte del campamento de operaciones, denominado Pabellón del Inca. Este relleno fue autorizado por el Servicio de Salud de Iquique, mediante Resolución N°1721 del 17 de octubre de 1996.

En la faena de Punta Patache se generan alrededor de 10 kg por día de residuos domésticos, los cuales son retirados de la faena y depositados en el vertedero municipal de la ciudad de Iquique. Además se generan alrededor de 200 m^3 por año de residuos industriales de similares características, los cuales son enviados al mismo vertedero.

Residuos peligrosos:

La actual operación en el área Mina-Planta cuenta con un depósito de seguridad para la disposición de los residuos industriales peligrosos, consistentes principalmente en envases de solventes y grasas, baterías, pilas y borras de plomo. Este depósito fue autorizado por el Servicio de Salud de Iquique, mediante Resolución N°1964 del 11 de septiembre de 1999.

Este depósito también recibe los residuos peligrosos generados en el área Instalaciones Portuarias Punta Patache.

Aguas servidas:

En la actual operación del área Mina-Planta se generan aproximadamente 2 L/s de aguas servidas, principalmente en el campamento y sectores de oficinas. Las aguas son tratadas en una planta que cuenta con tratamiento secundario. El efluente es aplicado en el riego de bofedales, actividad que cuenta con la aprobación del Servicio de Salud de Iquique a través de la Resolución N°1340 del 4 de agosto de 1999.

En el área de Punta Patache se generan aproximadamente 0,12 L/s de aguas servidas. Estas aguas son también sometidas a tratamiento secundario, autorizado por el Servicio de Salud de Iquique a través de la Resolución N°1142 del 24 de junio de 1998.

Aceites y lubricantes usados:

Los aceites y lubricantes usados generados en el sector de talleres de mantención del área Mina-Planta son acumulados en estanques especialmente diseñados para estos fines y posteriormente retirados de la faena por el mismo proveedor, con el propósito de darles un uso alternativo. Este procedimiento cuenta con la aprobación de las autoridades respectivas (Resolución N°5133 del 23 de noviembre de 2000 del Servicio de Salud de Antofagasta).

Efluente planta de filtros:

En la planta de filtros de Punta Patache se generan aproximadamente 21 L/s de efluente producto del proceso de secado del concentrado con las siguientes características principales:

Parámetro	Concentración / Valor	Unidad
pH	7,1 – 7,8	-
Sulfatos	416 – 705	mg/L
Cobre	0,68 – 1,24	mg/L
Molibdeno	0,64 – 1,9	mg/L
Plomo	0,007 – 0,026	mg/L
Hierro	0,02 – 1,87	mg/L
Manganeso	0,01 – 0,13	mg/L
Sólidos disueltos	892 – 1333	mg/L
Arsénico	0,002 – 0,006	mg/L

Esta agua es finalmente depositada en una piscina de evaporación dispuesta para estos fines. La actual piscina de evaporación está ubicada 5 km al noreste de la planta de filtros. La piscina cubre una superficie de 11,8 hectáreas, y cuenta con una carpeta impermeable para evitar infiltraciones. Parte de esta agua es eliminada mediante evapotranspiración en una plantación forestal de 23 hectáreas ubicadas cerca de la piscina, en la cual existen las siguientes especies arbóreas: *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus camaldulensis, Acacia saligna (Aromo), Myoparum laetum (Ngais)*y *Cupressus macrocarpa (Ciprés)*. El riego aplicado a esta plantación corresponde a un riego controlado, el cual cuenta con un diseño de ingeniería forestal, contenido en el documento "Proyecto de Disipación de Agua Residual en Punta Patache Vía Evapotranspiración", realizado por CICA Ingenieros Consultores en el año 1997.

2.3 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN DE LA EXPANSIÓN

2.3.1 Actividades

La etapa de construcción del Proyecto Expansión 110 ktpd comprende actividades en las áreas Mina-Planta, Mineroducto y parcialmente en las actuales Instalaciones Portuarias Punta Patache, las cuales se llevarán a cabo dentro del período de 2 años previsto para esta etapa, a partir del segundo semestre del año 2001.

Las principales actividades de construcción que se llevarán a cabo en el área Mina-Planta son las siguientes:

- preparación de las áreas adicionales de disposición de material estéril en el sector aledaño al rajo Rosario;
- instalación del chancado primario en el rajo Rosario;
- construcción de los talleres de mantención de maquinaria de la mina en el sector del rajo Rosario;
- instalación de la correa transportadora de mineral entre el chancador primario y la planta de procesos;
- ampliación del acopio (stockpile) de mineral grueso de la planta concentradora;
- ampliación parcial de las instalaciones de la actual planta concentradora de mineral sulfurado;
- habilitación de un sistema de impulsión de agua desde los puntos de extracción de la cuenca de Michincha; y
- ampliación de un sector del actual hotel Pabellón del Inca en el sector de Coposa.

Las principales actividades de construcción que se llevarán a cabo en el área Mineroducto son las siguientes:

- excavación de la zanja del nuevo mineroducto, paralela a la del mineroducto existente;
- instalación y cubrimiento del nuevo mineroducto;
- construcción y habilitación de una estación de preparación e impulsión de la pulpa de concentrado en el área de la planta de flotación:
- construcción de nuevas estaciones disipadoras de energía; y
- construcción de nuevas piscinas de emergencia a lo largo del trazado del mineroducto.

Las principales actividades de construcción que se llevarán a cabo en el área Instalaciones Portuarias son las siguientes:

- construcción del nuevo espesador de concentrado;
- construcción de la nueva línea de filtración y secado del producto;
- ampliación del galpón de almacenamiento de concentrado; y
- construcción de tres piscinas de evaporación del agua de filtración del proyecto original.

Los materiales granulares (áridos) para la fabricación de hormigones y rellenos se obtendrán de la mina y/o del sitio de empréstito utilizado en la construcción anterior, el cual se ubica dentro del área que será inundada por el tranque de relaves.

A continuación se presenta una descripción de las actividades de construcción anteriormente señaladas.

a) *Preparación de las áreas adicionales de disposición de material estéril*

Las nuevas áreas donde se dispondrá roca estéril se muestran en la Figura 2.2. Estas áreas serán preparadas previamente en la medida que se ubiquen en sectores de escurrimiento de agua superficial o afloramiento de la napa. En tales casos se habilitarán sistemas u obras que permitan un normal escurrimiento de las aguas. En el caso de los botaderos que reciban roca con potencial de generar algún tipo de drenaje ácido se colocará previamente en su base una capa de material neutro (sin potencial de generar acidez y con capacidad neutralizante), específicamente en los sectores de quebradas y/o áreas de afloramiento de aguas subterráneas, para evitar que las aguas entren en contacto con el material dispuesto.

b) *Construcción del edificio del chancado primario en el rajo Rosario*

El edificio del chancador primario del rajo Rosario se ubicará en la vecindad del futuro rajo Rosario (ver Figura 2.2). Las actividades de construcción de esta instalación consideran la preparación del terreno, la construcción de los cimientos y la instalación de las estructuras soportantes y del equipo de chancado propiamente tal, incluyendo buzones y correas de traspaso de mineral. Considera además la instalación de los equipos de operación y control del chancador, y sistema de filtros de manga para el control de las emisiones de polvo.

c) *Construcción de los talleres de mantención de maquinaria de la mina en el rajo Rosario*

Las instalaciones para la mantención de maquinaria minera estará ubicado al norte del rajo Rosario. La construcción de los edificios comprende la nivelación del terreno, la construcción de los cimientos y de las estructuras soportantes del edificio. Considera además la instalación de estaciones de cambio de neumáticos, lavado de maquinaria y vehículos, y combate de incendios; taller de reparación de palas, perforadoras y camiones; y sala de cambio para el personal y oficina. El nuevo taller ocupará una superficie de 2.070 m².

d) I*nstalación de la correa transportadora*

Para el transporte del mineral desde las instalaciones de chancado primario en el rajo Rosario hasta las instalaciones de la planta de procesos se instalará una correa transportadora del mineral chancado; además se habilitará un camino de servicio para el tránsito de vehículos livianos, principalmente de inspección y mantención. La correa transportadora tendrá en total 7 km de longitud.

e) *Ampliación del acopio de mineral grueso*

El acopio o stockpile de mineral grueso actual se ampliará mediante la instalación de una estructura de acero optimizada de marco tipo "A", extendiéndose también la correa transportadora reversible. Se instalará una nueva cámara de recuperación, alimentadores y correas transportadoras de alimentación SAG, similares a las existentes. La capacidad de almacenamiento adicional será de 50.000 toneladas, totalizando de esta forma 110.000 toneladas de capacidad en el acopio ampliado.

f) *Ampliación de la planta de procesos de mineral sulfurado*

La ampliación de la planta concentradora considera la construcción e instalación de equipos adicionales de molienda, clasificación, chancado de pebbles, flotación, remolienda y espesamiento de relaves. Para albergar estos nuevos equipos se ampliará el actual edificio de la planta de procesos hacia el sector norte (ver Figura 2.3), en un área adicional de 9.000 m^2. Básicamente se trata de estructuras metálicas con piso de concreto, dentro de las cuales se instalarán los equipos de proceso, salas de control, tuberías e instalaciones eléctricas. Esta actividad incluye la construcción y habilitación de estanques adicionales para el almacenamiento de reactivos de proceso, dentro de las mismas áreas destinadas actualmente a este fin, las cuales cuentan con medidas de seguridad y obras de contención de eventuales derrames.

g) *Habilitación del sistema de impulsión de agua desde la cuenca de Michincha*

Para la impulsión de agua fresca desde los pozos de captación ubicados en la cuenca de Michincha se construirá un nuevo acueducto consistente en una tubería de acero de aproximadamente 10 km de longitud que se extenderá desde el sector de los pozos hasta el estanque de agua fresca (ver Figura 2.3). La tubería irá enterrada en los sectores en que el terreno lo permita. Además se habilitará una línea eléctrica para abastecer de energía al sistema de bombeo de cada pozo.

h) *Ampliación del campamento de operaciones*

El campamento actual (Hotel Pabellón del Inca) será ampliado en alrededor de 300 habitaciones, para alcanzar una capacidad total de alojamiento para aproximadamente 600 personas. Se mantendrá el mismo estilo arquitectónico y tipo de estructura. La superficie adicional será de alrededor de 10.000 m^2.

i) *Construcción del nuevo mineroducto*

En la Figura 2.4 se muestra el trazado del nuevo mineroducto. Su construcción implica la preparación y nivelación del terreno, y la excavación de una zanja de entre 0,8 y 1,5 m de profundidad, de dimensiones similares a la que se construyó para instalar el mineroducto actual. Luego se procederá a la instalación de las tuberías (7" de diámetro), su ensamblaje y rellenado de las zanjas con el material de excavación. Además se instalará el tendido de cable de fibra óptica de transmisión de datos de medición y monitoreo del mineroducto. Durante la construcción se utilizará principalmente el camino de servicio existente. Sólo en tramos puntuales menores será necesario habilitar accesos adicionales al ducto.

Aproximadamente un 85% del trayecto del nuevo mineroducto ocupará la servidumbre actual, en donde está instalado el actual mineroducto (ver Figura 2.4).

j) *Construcción y habilitación de estación de preparación e impulsión de pulpa de concentrado*

Esta estación se construirá en el sector de la planta de flotación. Incluye la instalación de un nuevo estanque metálico para la preparación de la pulpa, un sistema de bombeo, un circuito eléctrico y dispositivos de control.

k) *Construcción de nuevas estaciones disipadoras de energía*

A lo largo del mineroducto se construirán 4 estaciones disipadoras de energía (ver ubicación general en Figura 2.4). Estas estaciones consistirán en circuitos especiales del ducto que harán pasar la pulpa a través de anillos de material cerámico que actuarán como estranguladores del flujo y provocarán la disipación de la energía. Incluye la instalación de dispositivos de monitoreo remoto de flujo y presión, y sistemas de válvulas accionadas desde la planta concentradora en forma remota.

l) *Construcción de nuevas piscinas de emergencia*

A lo largo del trazado del nuevo mineroducto se construirán 4 nuevas piscinas de emergencia. Estas piscinas se construirán mediante excavación del terreno y formación de pretiles o muros con el material excavado. Estas piscinas tendrán una capacidad de embalsamiento equivalente al doble de la capacidad del mineroducto, aguas arriba de la misma. La base y pretiles serán impermeabilizados con carpeta HDPE o similar de 1 a 1,5 mm de espesor.

m) *Construcción de nuevo espesador de concentrado*

En el área Instalaciones Portuarias se construirá un nuevo espesador de concentrado, junto al existente (ver Figura 2.6). Este espesador será de concreto y tendrá 43 metros de diámetro, similar al existente en la actualidad.

n) *Habilitación de nueva línea de filtración y secado del producto*

Dado el aumento en el nivel de producción de concentrado, en el área Instalaciones Portuarias se requerirá una nueva línea de filtración y secado de concentrado. Esta nueva línea se ubicará adyacente a la actual, dentro de un edificio metálico con piso de hormigón (ver Figura 2.6). Además se instalarán compresores de aire adicionales y un nuevo tramo de correa de transporte hacia el galpón de almacenamiento del concentrado.

o) *Ampliación del galpón de almacenamiento de concentrado*

El actual galpón de almacenamiento de concentrado se ampliará en 583 m^2, extendiéndose hacia el sector nor-oriente (ver Figura 2.6). La capacidad de almacenamiento del galpón aumentará en 24.500 toneladas, otorgando una capacidad total ampliada de 96.500 toneladas. Junto con el galpón se construirá un estanque de almacenamiento húmedo de concentrado, de 18 m de diámetro y 16 m de alto. De este modo, se aumentará la capacidad de almacenamiento de concentrado en 74.000 toneladas. Se mantendrá la condición de galpón cerrado con presión negativa para evitar emisiones de polvo al exterior.

Las instalaciones de embarque del concentrado no se modifican.

p) *Construcción de piscinas de evaporación del agua de filtración*

Para la disposición del agua de filtración del concentrado en el sector de Punta Patache se construirá tres piscinas de evaporación diseñadas y aprobadas en el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Minero Collahuasi 1995. Éstas se ubicarán junto a la piscina existente, unos 5 km al noreste de la planta de filtros. Cada piscina abarcará un área de aproximadamente 118.000 m^2 y tendrá un volumen de acumulación del orden de 118.000 m^3. Los pretiles de las piscinas se construirán con material de empréstito del lugar, mediante excavación y relleno. La base de las piscinas y el lado interior de los pretiles serán impermeabilizados con una geomembrana de HDPE de 1,5 mm de espesor. Además se

habilitarán sistemas de detección de humedad en el perímetro aguas abajo de las piscinas, y los pozos de monitoreo respectivos.

2.3.2 Mano de Obra

La etapa de construcción, cuya duración se estima en 2 años, dará empleo directo a un promedio de 3.000 trabajadores, principalmente personal de empresas contratistas de construcción y montaje. En el período de punta la mano de obra alcanzará un máximo estimado de entre 5.000 a 6.000 trabajadores.

2.3.3 Campamento de Construcción

Para la etapa de construcción en el área Mina-Planta se habilitará un campamento en el sector de Coposa, en forma similar a la construcción del año 1996, pero de menores dimensiones. Este campamento tendrá capacidad para alojar a la totalidad del personal que trabajará en las labores de construcción y montaje. El campamento contará con dormitorios, casino, salas de recreación, sala de atención médica, y sistemas de potabilización de agua y tratamiento de aguas servidas.

2.3.4 Abastecimiento de Agua

a) *Agua potable*

La demanda total de agua potable para la etapa de construcción se ha estimado en 450 m^3/d como promedio, considerando una dotación promedio de 3.000 trabajadores y un consumo medio de 150 L/día por cada trabajador.

En el área Mina-Planta el agua potable para la etapa de construcción se obtendrá desde los pozos ubicados en el Salar de Coposa y será tratada antes de su distribución en la planta que existe actualmente en el área del campamento de operaciones (planta de osmosis reversa en Ujina y otra en Rosario).

Para las actividades de construcción que se desarrollen en el área del mineroducto se contempla suministrar agua potable embotellada.

En el área de las instalaciones portuarias, el agua para los servicios sanitarios será abastecida desde la ciudad de Iquique, y se abastecerá de agua mineral envasada para el consumo humano, manteniendo el esquema de la operación actual.

b) *Agua para actividades de construcción*

En el área Mina-Planta el agua para las actividades de construcción, incluyendo agua para confección de hormigones, agua contra incendio y riego de caminos de servicio, entre otros, se obtendrá desde el sistema de abastecimiento de Coposa.

En Punta Patache el agua para las actividades de construcción se obtendrá de las instalaciones de suministro existentes.

El agua necesaria para las actividades de construcción que se desarrollen en el área del Mineroducto se obtendrá desde alguna de las fuentes mencionadas anteriormente o desde localidades cercanas (como Pica, Pozo Almonte y Pintados) y será trasladada al sitio mediante camiones aljibe. Esta agua no será sometida a tratamiento.

2.3.5 Transporte

Durante la etapa de construcción se incorporará el transporte de personal de contratistas, materiales de construcción, estructuras y equipos, combustibles y alimentación. Los accesos a las diferentes áreas del Proyecto son los indicados en la sección 2.1.5 y en la Figura 2.1.

La mano de obra de construcción se trasladará en buses y minibuses desde Iquique y otros centros urbanos. El flujo vehicular medio estimado para este transporte es de 8 a 10 vehículos por día.

El transporte de materiales de construcción, estructuras, equipos y alimentación se realizará básicamente en camiones desde Iquique y otros centros urbanos de la región y del resto del país, estimándose un promedio de 100 a 150 vehículos diarios en la etapa de construcción.

Algunos equipos requerirán transporte especial debido a que sus dimensiones y pesos excederán los límites normales. En tales casos Collahuasi o el contratista solicitarán al Ministerio de Obras Públicas y a Carabineros de Chile el respectivo permiso de carga en camiones que exceden las dimensiones y pesos máximos (según Resolución 11/91 y Decreto Supremo 19/84).

2.3.6 Suministro de Energía Eléctrica y Combustible

Durante la etapa de construcción la energía eléctrica será abastecida a través de la red eléctrica actual de Collahuasi, tanto para las instalaciones del área Mina-Planta como para las Instalaciones Portuarias. Para las actividades que se desarrollen en el área del Mineroducto que requieran energía eléctrica, se utilizarán equipos generadores a base de diesel.

El combustible se almacenará en el área Mina-Planta y en el área de Instalaciones Portuarias. En ambas áreas los estanques contarán con las medidas de seguridad apropiadas para prevenir accidentes y minimizar los efectos de eventuales derrames. Para ello se considera la instalación de los estanques sobre una superficie impermeable, la que estará rodeada por una berma de contención capaz de contener el 110% del volumen del estanque mayor.

Para el área del Mineroducto, durante el período de construcción, el combustible será transportado periódicamente a través de camiones tanque, los que abastecerán directamente a los equipos de generación eléctrica y la maquinaria que opere en el área, aplicando procedimientos y medidas de seguridad.

2.3.7 Manejo y Disposición de Emisiones y Residuos de Construcción

En esta sección se presenta la identificación y caracterización de las emisiones y residuos que generará el Proyecto Expansión 110 ktpd en su etapa de construcción, indicándose en cada caso las medidas previstas para su manejo.

Durante la etapa de construcción el Proyecto generará los siguientes residuos y emisiones:

a) Residuos sólidos domésticos;
b) Residuos sólidos de construcción;
c) Residuos peligrosos;
d) Aguas servidas;
e) Aceites y lubricantes usados;
f) Material particulado y gases; y
g) Ruido.

a) *Residuos Sólidos Domésticos*

La mayoría de los residuos sólidos domésticos se generarán en el campamento de construcción que se ubicará en el área Mina-Planta. Estos residuos consistirán básicamente en restos de comida, envases y envoltorios de comidas, papeles, desechos de artículos de aseo personal, etc. Para la disposición final de los residuos orgánicos se utilizará el actual relleno sanitario de Collahuasi, ubicado en el sector de Coposa, aproximadamente a 3 km al norte del campamento Pabellón del Inca. Este relleno sanitario cuenta con la autorización de construcción y funcionamiento del Servicio de Salud de Iquique.

Los residuos inertes (no orgánicos) se dispondrán en el depósito de residuos industriales de Collahuasi, ubicado en el sector de Ujina. Este depósito cuenta con la autorización del Servicio de Salud de Iquique.

Los residuos generados durante las actividades de construcción en el área Instalaciones Portuarias serán incorporados al manejo habitual de residuos en estas instalaciones, y enviados regularmente al vertedero municipal de la ciudad de Iquique.

Los residuos generados en las actividades desarrolladas en el área del Mineroducto serán almacenados provisoriamente en recipientes metálicos o plásticos dispuestos en las áreas de trabajo y transportados regularmente hasta las instalaciones sanitarias del área Mina-Planta o del área Instalaciones Portuarias, según sea más conveniente.

La cantidad de residuos sólidos domésticos generados durante la construcción será variable y dependerá principalmente del número de trabajadores presentes en la faena. Como promedio se estima que diariamente se generarán del orden de 1,5 toneladas de residuos domésticos, principalmente en el Área Mina-Planta.

b) *Residuos Sólidos de Construcción*

Los residuos sólidos de construcción (inertes) se generarán en el área Mina-Planta y en las áreas Mineroducto e Instalaciones Portuarias. Los residuos sólidos como cartones, maderas, escombros, pallets, gomas y papeles, serán manejados de igual forma que los residuos industriales de la operación actual en cada área. Algunos residuos con valor comercial, como chatarra, podrán ser retirados del área del proyecto para su comercialización o entregados a empresas de reciclaje de materiales. Se estima que la generación de residuos de construcción será de aproximadamente 1800 t/mes.

c) *Residuos Peligrosos*

Los residuos peligrosos corresponden a materiales que presenten una o más de las siguientes características: explosivo, inflamable, reactivo, corrosivo y tóxico. Se estima que durante la etapa de construcción se generarán alrededor de 37 t/año de residuos con estas características.

Los residuos peligrosos que se generen durante la construcción en el área Mina-Planta serán clasificados en el origen y manejados separadamente. Estos residuos serán recolectados y almacenados en el depósito actual de residuos peligrosos autorizado de Collahuasi, localizado unos 2 km. al poniente del camino de acceso, en el sector poniente del tranque de relaves, el que cuenta con un cerco perimetral de seguridad. Este depósito cuenta con la autorización de funcionamiento del Servicio de Salud de Iquique.

Los residuos peligrosos generados en las actividades desarrolladas en el área Mineroducto serán almacenados en tambores metálicos de 200 litros de capacidad y transportados periódicamente al depósito de residuos peligrosos ubicado en el área Mina-Planta.

Los residuos de este tipo que se generen en el área de las Instalaciones Portuarias serán almacenados transitoriamente en tambores metálicos cerrados y enviados periódicamente al depósito de residuos peligrosos ubicado en el área Mina-Planta.

d) *Aguas Servidas*

El proyecto considera la construcción y operación de fosas sépticas transitorias (para el período de construcción), al igual que en la fase de construcción previa (1996-1998), para la disposición de las aguas servidas. Estas instalaciones estarán ubicadas en el sector del campamento de construcción, y se habilitarán al comienzo de esta etapa. Provisoriamente se utilizarán baños químicos. En promedio se habilitará un baño químico por cada 30 trabajadores.

Para las actividades que se desarrollen en el área Mineroducto se dispondrán baños químicos. La instalación, operación y limpieza de estos baños será contratada a una empresa especializada.

En el área de Instalaciones Portuarias se utilizarán las instalaciones sanitarias existentes. Estas instalaciones consideran la operación de la actual planta de tratamiento de aguas servidas.

La cantidad de aguas servidas generadas durante la construcción será variable, y dependerá principalmente del número de trabajadores presentes en la faena. En el período de máxima ocupación se generarán alrededor de 500 m^3 por día de aguas servidas como promedio.

El efluente de la planta de tratamiento de aguas servidas del área Mina-Planta será usado en el riego de áreas verdes, actividad autorizada por el Servicio de Salud de Iquique. Los lodos serán enviados al relleno sanitario del área Mina-Planta.

e) *Aceites y Lubricantes Usados*

Los aceites y lubricantes usados, retirados de las máquinas y equipos de construcción que se encuentren en mantención, serán dispuestos en recipientes adecuados y seguros. Luego serán enviados a alguna instalación industrial autorizada para su incineración, o bien devueltos a los proveedores, quienes los retirarán de la faena.

En las instalaciones de faena se mantendrá un registro del volumen almacenado de aceites y lubricantes usados. Este registro se actualizará periódicamente. Del mismo modo, se registrará cada entrega a proveedores, considerando al menos la siguiente información: cantidad, transportista, empresa y lugar de recepción.

f) *Material Particulado y Gases*

En la etapa de construcción se generarán emisiones de material particulado debido al tránsito de vehículos, movimientos de tierra y labores de construcción en general. Las emisiones se generarán principalmente en las áreas donde se realizarán movimientos de tierra. Las fuentes de emisión corresponderán fundamentalmente a excavaciones y actividades de carga y descarga de camiones producto de los movimientos de tierra para el emplazamiento de las nuevas obras del proyecto.

En el camino de acceso al proyecto las emisiones serán insignificantes, debido a que a éste cuenta con asfalto en todo el recorrido. Las emisiones de material particulado de los caminos de tierra internos de la faena se abatirán básicamente mediante riego periódico con camión aljibe. Las rutas definitivas al interior del área del proyecto serán estabilizadas con algún producto químico (como sal o cloruro de magnesio) para lograr un control duradero y eficiente.

En términos relativos, las emisiones de polvo de la etapa de construcción serán menores que las de la etapa de operación (los movimientos de tierra serán muy inferiores al ritmo de explotación de la mina, que se ampliará en 50 mil toneladas por día, con la correspondiente circulación y operación de maquinaria y camiones). En el Capítulo 6 se presenta una estimación de las emisiones de material particulado en base a factores de emisión de la EPA (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos), y la aplicación de un modelo de dispersión que permite determinar las concentraciones atmosféricas resultantes en el área de influencia del proyecto.

Los camiones de construcción y la maquinaria pesada que operarán en las áreas en construcción generarán emisiones de gases de combustión en los motores diesel, principalmente monóxido de carbono (CO) y óxidos de nitrógeno (NOx), además de material particulado. La mantención periódica de estos vehículos permitirá que los motores operen en buenas condiciones, sin causar efectos ambientales adversos.

Los equipos generadores de energía producirán gases similares a los señalados en el párrafo anterior. Un programa de mantención periódica de estos equipos asegurará que estas emisiones no sean significativas.

g) *Ruido*

En la etapa de construcción se generarán emisiones de ruido debido al tránsito de vehículos (por el camino de acceso y al interior de la faena), los movimientos de tierra y las actividades de construcción en general. En el Capítulo 6 se presenta la evaluación del impacto de las emisiones de ruido de la etapa de operación ampliada, que corresponde a un escenario de mayor emisión que la construcción, demostrándose que se dará cumplimiento a la normativa vigente en esta materia.

2.4 ETAPA DE OPERACIÓN EXPANDIDA

2.4.1 Actividades Operacionales

El Proyecto Expansión 110 ktpd incluye las siguientes actividades operacionales nuevas:

a) Explotación de mineral a rajo abierto (expansión);
b) Disposición de roca estéril en botaderos (expansión);
c) Procesamiento de minerales sulfurados (expansión);
d) Conducción de concentrado de cobre (expansión);

e) Espesamiento, filtración y secado de concentrado de cobre (expansión);
f) Embarque de concentrado (mayor frecuencia de embarques); y
g) Disposición de aguas de filtración en piscinas de evaporación.

Además incluye las siguientes actividades de apoyo, suministros y de disposición de residuos de proceso:

a) Disposición de relaves en tranque existente (expansión);
b) Extracción de agua desde el campo de pozos de Coposa (aumento de caudal);
c) Extracción de agua subterránea desde la cuenca de Michincha (nuevo);
d) Transporte de personal e insumos (aumento de flujo);
e) Suministro de energía eléctrica (adicional);
f) Disposición de aguas de filtración (flujo adicional).

En las Figuras 2.2, 2.4 y 2.5 se muestra la localización de las obras e instalaciones de la operación expandida. La Figura 2.9 muestra un diagrama de flujo general del proceso de sulfuros ampliado. A continuación se describen las actividades del Proyecto Expansión 110 ktpd.

a) *Explotación de mineral a rajo abierto (expansión)*

El diseño original del Proyecto Collahuasi considera la explotación de tres cuerpos mineralizados: Ujina, Huinquintipa y Rosario. Actualmente el ritmo de explotación de minerales sulfurados es de 60.000 tpd, restringiéndose a la explotación de las reservas de los rajos Ujina y Huinquintipa. El Proyecto Expansión 110 ktpd considera aumentar la extracción de este tipo de mineral hasta una tasa de extracción de 110.000 tpd (110 ktpd). Debido a que a la fecha se ha explotado los yacimientos de Ujina y Huinquintipa, la operación del proyecto de expansión se centrará fundamentalmente en el rajo Rosario.

El método de explotación minera no cambiará cuando entre en operaciones el Proyecto Expansión 110 ktpd. De la misma forma en que se opera en la actualidad, la operación se iniciará con la perforación de los barrenos para disponer los explosivos para las tronaduras, las cuales desprenderán la roca mineralizada y el material estéril. La roca removida con las tronaduras será cargada mediante el clásico sistema pala-camión. La pala mecánica cargará directamente desde el frente de explotación a los camiones que transportarán el material al chancador primario o botaderos, según corresponda.

Durante las tronaduras y las tareas de carga, descarga y principalmente el transporte de mineral y roca estéril, se generan emisiones de polvo. Como medida de mitigación para las

emisiones de polvo se aplica riego de caminos y áreas de circulación de camiones en el rajo y los botaderos, utilizando camiones aljibe. Además está prevista la estabilización de los caminos principales del rajo y de los botaderos, mediante el uso de cloruro de magnesio u otro producto similar, lo que permitirá reducir las emisiones generadas por el tránsito de vehículos pesados en el área de la mina.

Los principales datos técnicos asociados a la explotación de la mina en forma expandida y a los equipos relacionados (totales) son los siguientes:

Reservas Minerales	Reservas minerales	1.634 Mt
Actuales (Totales):	Mineral Sulfuro	1.003 Mt
	Mineral Óxido y Mixto	25 Mt
	Mineral Sulfuro baja ley	606 Mt
Explotación de la Mina:	Extracción de mineral sulfurado	110.000 tpd
	Extracción de mineral oxidado (no cambia)	12.500 a 15.000 tpd
	Remoción de roca estéril	565.000 tpd
	Razón estéril:mineral (promedio)	4,5:1
	Humedad del mineral	5 %
Perforación:	Máquinas Perforadoras eléctricas	6 de 12" de diámetro
	Máquina Perforadora diesel	1 de 9" de diámetro
Tronadura:	Tipo de explosivo	Anfo y Slurries
	Cantidad de material removido	690.000 tpd
	Carga de explosivo por tronadura	160 g/t de material
Carguío:	Palas de cables eléctricas	6 de 43 m^3
	Cargadores frontales	2 de 22 m^3
Transporte:	Camiones Mineros	57 de 218 t
	Ancho caminos Mina	32 m
	Gradiente medio caminos Mina	8 %
Maquinaria de Apoyo:	Bulldozers	7
	Whelldozer	6
	Motoniveladoras	5
	Camiones Aljibe	4

b) *Disposición de roca estéril en botaderos (expansión)*

El desarrollo del Proyecto Expansión 110 ktpd requerirá la remoción de aproximadamente 2.555 millones de toneladas adicionales de roca estéril, lo que significará un ritmo promedio de remoción de 565.000 tpd, consideradas las 285 mil tpd actuales. Este material será cargado mediante palas en camiones de 240 toneladas y enviado a los botaderos de estéril ubicados cerca de los rajos. Para recibir la cantidad adicional de roca estéril, se considera el desarrollo de 2 nuevas áreas de botaderos, como extensión de los botaderos proyectados originalmente; una para material estéril y otra para material de baja ley. La disposición general de las nuevas áreas de botadero se muestran en la Figura 2.2. La superficie adicional para el botadero de estéril será de alrededor 646 hectáreas, en tanto que el botadero de mineral del baja ley ocupará una superficie estimada de 660 hectáreas; en total, las nuevas áreas cubrirán una superficie aproximada de 1.306 hectáreas.

Al igual que en la operación actual, los botaderos se construirán utilizando el método clásico de volteo de la tolva de camiones, y tendrá una o más rutas de acceso para camiones. Además habrá distribución del material mediante bulldozer.

El diseño geotécnico de los botaderos considera una estabilidad estática y dinámica adecuada para las condiciones del sitio. En la verificación de estabilidad se realizó un análisis pseudoestático, y se consideró un coeficiente sísmico de 0,12 g.

Los datos técnicos específicos de las nuevas áreas de botadero se resumen a continuación:

Botadero de estéril:	Superficie adicional proyectada	646 ha
	Capacidad total	2697 millones de toneladas
	Superficie total	1675 ha
	Angulo de Talud	37 –38º
	Factor de seguridad estático	1,2 – 1,4 (global)
	Factor de seguridad pseudoestático	1,0 – 1,1 (global)
Botadero de mineral baja ley:	Capacidad	606 millones de toneladas
	Superficie proyectada	660 ha
	Angulo de Talud	37 – 38º
	Factor de seguridad estático	1,2 – 1,4 (global)
	Factor de seguridad pseudoestático	1,0 – 1,1 (global)

c) *Procesamiento de minerales sulfurados (expansión)*

La planta de beneficio de mineral sulfurado deberá ampliarse para procesar 110.000 tpd de mineral. Este aumento de capacidad implicará la expansión de las actuales instalaciones de chancado primario, acopio, molienda y flotación.

- Chancado Primario en el rajo Rosario

El mineral extraído desde el rajo Rosario será enviado en camiones a un nuevo chancador primario que se ubicará en el área del rajo. Consistirá en un chancador giratorio alimentado directamente por volteo de la tolva de los camiones provenientes de la mina en un buzón alimentador. El chancador contará con un sistema de filtros de manga para el control de polvo.

El mineral chancado tendrá un tamaño máximo de 300 mm y será enviado por medio de una correa transportadora al acopio de mineral grueso existente, que se ubica en el área de la planta. La capacidad de almacenamiento viva del acopio aumentará en 50.000 toneladas.

- Molienda

El mineral proveniente de la etapa de chancado primario será sometido a una etapa de molienda para reducir el tamaño del material a pequeñas partículas (80% del mineral con tamaño bajo 115 μm), de manera tal de poder formar una pulpa con la adición de agua de proceso.

El circuito de molienda actual será ampliado a través de la instalación de un nuevo molino SAG, dos molinos de bolas y 4 baterías de hidrociclones. Además se instalará un nuevo chancador de pebbles y se modificarán las actuales correas transportadoras para recibir el aumento de flujo de mineral.

- Flotación

La flotación se realiza en celdas, en las cuales se introduce aire (por el fondo) y reactivos. Por efecto de los reactivos, la fracción del mineral que contiene cobre se adhiere a las burbujas de aire que ascienden desde el fondo de las celdas, produciéndose la "flotación" del mineral con cobre. De esta forma, el producto (concentrado de cobre) es recuperado en la

superficie de las celdas, mientras que en el fondo de las mismas decantan los relaves (mineral con poco o ningún contenido de cobre).

En el proceso de flotación Rougher (flotación primaria) se agregarán 21 nuevas celdas dispuestas en 3 bancos; el proceso de flotación de limpieza/barrido (first cleaner/scavenger) requerirá de 12 nuevas celdas dispuestas en 2 bancos. Además se incorporarán 3 molinos para remolienda de concentrado, 2 baterías de hidrociclones y 4 celdas columnares. También se agregarán 2 espesadores de relaves.

Como producto de la etapa de flotación expandida se obtendrá concentrado con 35 - 50% de cobre, el cual será enviado a etapas subsiguientes de espesamiento y filtración, para su posterior transporte vía mineroducto a las instalaciones portuarias en Punta Patache. La producción media anual de cobre contenido en concentrados aumentará en 70 mil toneladas, alcanzando una producción total de 400 mil toneladas anuales.

El siguiente cuadro muestra los datos técnicos específicos de los nuevos equipos y de las modificaciones a las instalaciones existentes:

Chancado Primario:	Nº y tipo	1 giratorio
	Dimensiones	60’ x 113’
	Capacidad	7.160 t/h
	Tamaño Máximo	300 mm
	Humedad del producto	5 %
Correa Transportadora	Ancho	1,8 m
	Largo total	7 km
	Capacidad	7.160 t/h
Acopio de mineral chancado:	Capacidad total ampliada	361.152 t
	Capacidad viva ampliada (efectiva)	80.824 t
Molienda:	Nº y tipo	1, SAG
	Dimensiones	38' x 19'
	Nº y tipo	2, bolas
	Dimensiones	23' x 33'
Chancador de Pebbles:	Nº y tipo	2 – 4, 800 HP
	Tamaño máximo	80% bajo ½ pulgada
	Capacidad de tratamiento	750 – 1375 t/h

Flotación Primaria:	Nº bancos	3
	Nº celdas/banco	7
	Volumen de celdas	160 m^3
Flotación Limpieza/Barrido:	Nº bancos	2
	Nº celdas/banco	6
	Volumen de celdas	160 m^3
Chancado de Remolienda:	Nº y tipo	3, Vertimills VTM 1500
Flotación Columnar:	Nº celdas	4
Espesadores de Relave:	Nº de espesadores	2
	Diámetro	60 m

d) *Conducción de concentrado de cobre (expansión)*

Será necesaria la construcción de un nuevo mineroducto entre la planta de beneficio y el Puerto Patache. De esta manera, la totalidad del concentrado de cobre se enviará al área Instalaciones Portuarias Puerto Patache por medio de dos mineroductos (uno existente y otro nuevo), en donde será filtrado y embarcado a los mercados internacionales.

El nuevo mineroducto consistirá en una tubería de 14 cm de diámetro externo (5,5 pulgadas), de acero, revestida interiormente con poliuretano de alta densidad. Irá paralelo al mineroducto actual en aproximadamente 85% de su recorrido (ver Figura 2.4). A lo largo de su trazado se instalarán estaciones disipadoras de energía y piscinas de vaciado de emergencia.

El nuevo mineroducto, al igual que el actualmente en operación, poseerá una estación de impulsión en el área de la planta de flotación.

e) *Espesamiento, filtración y secado de concentrado de cobre (expansión)*

En el área Instalaciones Portuarias se aumentará el ritmo del espesamiento, filtrado y secado del concentrado de cobre. Para ello se instalará un nuevo espesador, un nuevo filtro, dos estanques de almacenamiento de agitación y cuatro nuevos estanques agitadores de

concentrado húmedo. Además será necesario ampliar la capacidad de almacenaje de concentrado, ampliándose el depósito de almacenamiento actual.

Los detalles de las nuevas instalaciones se muestra en el cuadro siguiente:

Filtro de concentrado:	Nº y tipo	1, de prensa
Espesador concentrado:	Nº espesadores	1
	Diámetro	43 m
Estanque de almacenamiento de agitación:	Nº estanques	2
	Dimensiones	18 m diámetro y 16 m alto
Estanques agitadores concentrado húmedo:	Nº estanques	4
	Dimensiones	18 m diámetro y 16 m alto
Almacenamiento de concentrado:	Ampliación lineal	48 m
	Aumento de capacidad	25.000 toneladas

f) *Embarque de concentrado (mayor frecuencia de embarques)*

El Proyecto Expansión 110 ktpd permitirá aumentar la producción de concentrado de cobre en unas 60 mil toneladas por año, el cual será embarcado en el terminal de Punta Patache que opera Collahuasi.

Actualmente la frecuencia de embarque de concentrado desde Punta Patache es de 60 barcos/año. Se estima que con la operación del Proyecto Expansión 110 ktpd esta frecuencia aumentará hasta 80 barcos/año.

Este aumento en la frecuencia de embarque de concentrado no implicará cambios en las instalaciones físicas del terminal.

g) *Disposición de aguas de filtración en piscinas de evaporación*

Parte del agua producida como resultado del proceso de filtración de concentrado es utilizada en el lavado de filtros. El agua en exceso es enviada a una piscina de evaporación

y a una plantación forestal para su evotranspiración. Producto del Proyecto Expansión 110 ktpd se requerirá construir tres piscinas de evaporación de agua de filtrado de concentrado, las cuales forman parte del proyecto original, que consideraba un total de cuatro piscinas. Estas piscinas estarán ubicadas unos 5 km al noreste de la planta de filtros, junto a la existente, y proporcionarán una superficie adicional de evaporación de 354.000 m^2 en total.

2.4.2 Mano de Obra

La operación de Collahuasi, una vez materializado el Proyecto Expansión 110 ktpd, dará empleo directo a 1.150 personas aproximadamente, ampliando de esta forma la dotación en aproximadamente 100 personas en el área Mina-Planta. El personal se distribuirá de la siguiente manera:

- área Mina-Planta: 1.050 personas
- área Instalaciones Portuarias Punta Patache: 20 personas
- Administración (Iquique y Santiago): 80 personas

  Total: 1.150 personas

Adicionalmente, se estima que el proyecto generará empleo indirecto adicional para una 460 personas relacionadas con empresas contratistas, totalizando de esta forma alrededor de 2.200 empleos indirectos con la operación ampliada.

El personal del área Mina-Planta trabaja en general bajo un sistema de turnos de 7 días laborales por 7 días de descanso (7 x 7). Los empleados serán transportados en buses hacia el área del proyecto desde la ciudad de Iquique y otros centros urbanos.

Por su parte, el personal del área Instalaciones Portuarias mantiene un sistema general de turnos de 5 x 2. El personal viajará diariamente desde y hacia la ciudad de Iquique, sin pernoctar en el sitio.

2.4.3 Infraestructura

Se requerirán modificaciones e instalaciones nuevas en la siguiente infraestructura del área Mina-Planta:

- Campamento Área Mina-Planta;
- Bodega de reactivos;
- Casa de cambio y casino en el área del Rajo Rosario; y
- Policlínico en el área del Rajo Rosario.

Las instalaciones existentes en el área Instalaciones Portuarias no sufrirán cambios.

a) *Campamento Área Mina-Planta*

Se continuará utilizando el actual campamento de operaciones (Hotel Pabellón del Inca), el cual será ampliado en 300 habitaciones, para obtener una capacidad total de aproximadamente 600 personas. Se mantendrá el mismo estilo arquitectónico y tipo de estructura. La superficie adicional será de 10.000 m^2, alcanzando un total de 50.000 m^2.

b) *Bodega de reactivos*

Las actuales instalaciones de almacenamiento y manejo de reactivos ubicadas en la zona sur del concentrador son suficientes sólo para el nivel de producción actual. Para la operación del Proyecto Expansión 110 ktpd se construirán nuevas instalaciones para almacenar reactivos, las cuales se ubicarán en un edificio ubicado al norte del área de expansión del concentrador. En la nueva planta se instalarán estanques y bombas del mismo tamaño a los usados en la actual planta.

c) *Casa de cambio y casino en el área del Rajo Rosario*

En el área del rajo Rosario se construirá una sala de cambio y un casino para el personal que labore en este sector. La sala de cambio contará con instalaciones sanitarias, duchas y casilleros para el personal.

El casino se habilitará para el servicio de comida del personal del área. La comida será traída desde el casino del campamento. No se preparará comida en el sitio.

d) *Policlínico en el área del Rajo Rosario*

Se construirá y habilitará un policlínico en el área de las oficinas del Rajo Rosario. Este policlínico contará con salas de atención de emergencia y estabilización.

2.4.4 Abastecimiento de Agua

El requerimiento de agua fresca para la operación del Proyecto Expansión 110 ktpd será de aproximadamente 947 L/s. En la actualidad, la operación de Collahuasi tiene un consumo

de agua fresca del orden de 550 L/s, de modo que la expansión implica un consumo adicional de 397 L/s. Este aumento de agua fresca será abastecido desde las siguientes fuentes:

- Ajuste en el sistema de bombeo de agua desde el campo de pozos del Salar de Coposa. Este ajuste permitirá extraer 317 L/s adicionales, todos los cuales cuentan con los derechos de aprovechamiento otorgados por la DGA.

- Aprovechamiento de los drenajes que se generen en los rajos (principalmente el rajo Ujina), recirculándolo como agua de proceso. Este caudal se estima en el orden de 30 L/s, amparado en el artículo 110 del Código Minero[1].

- Extracción de agua subterránea desde la cuenca del Salar de Michincha, desde los pozos P-4 y RPW-3. Para este sector se cuenta con los derechos de aprovechamiento respectivos (260,5 L/s). Esta extracción se estima en 50 L/s, pero podrá ser menor si el drenaje en el rajo Ujina es mayor que 30 l/s. En todo caso, suponiendo períodos sin drenaje en el rajo, el caudal máximo a extraer sería de 80 L/s.

a) *Agua Potable*

El consumo adicional de agua potable será de aproximadamente 0,14 L/s. Esta agua requiere tratamiento previo a su distribución. El actual sistema de tratamiento que opera en las instalaciones de faena posee una capacidad suficiente para abastecer de agua potable tanto la etapa de operación como la etapa de construcción, por lo que no se requerirá de sistemas adicionales de potabilización.

El abastecimiento de agua potable en el área Instalaciones Portuarias se realizará mediante el actual sistema, el cual cuenta con capacidad suficiente.

b) *Agua Industrial*

La demanda adicional de agua industrial se ha estimado en 397 L/s. Esta agua es necesaria para las operaciones extractivas y de beneficio, incluyendo agua necesaria para el control

[1] "El titular de la concesión minera tiene por el solo ministerio de la Ley, el derecho de aprovechamiento de las aguas halladas en las labores de su concesión, en la medida en que tales aguas sean necesarias para los trabajos de exploración, de explotación y de beneficio que pueda realizar, según la especie de concesión de que se trate. Estos derechos serán inseparables de la concesión minera y se extinguirán con ésta."

de polvo, y será suministrada a través de tuberías desde los sistemas de captación de las cuencas de Coposa y Michincha.

El Proyecto Expansión 110 ktpd no significará un aumento en los requerimientos de agua industrial en el área de Instalaciones Portuarias.

En la Figura 2.10 se muestra el balance de aguas de la operación expandida a 110 ktpd.

2.4.5 Transporte

Durante la etapa de operación el transporte corresponderá a empleados de Collahuasi y a personal de contratistas, insumos, repuestos, combustibles y comidas. Los accesos al área del proyecto son los indicados en la sección 2.1.5 y en la Figura 2.1.

El personal de operación se traslada en buses principalmente desde Iquique, tanto para el área Mina-Planta como para el área Instalaciones Portuarias. El flujo vehicular adicional para este transporte en el área Mina-Planta será de 2 buses/día.

El transporte de insumos, repuestos, combustible y comida se realiza en camiones desde Iquique y otros centros urbanos/industriales. Se estima un flujo diario adicional de 55 camiones y 15 vehículos livianos. El siguiente cuadro muestra el número de viajes diarios que se efectuarán hacia y desde Collahuasi:.

Transporte	Actual	Adicional con Proyecto Expansión	Total
Buses	12	2	14
Camiones	83	55	138
Vehículos Livianos	75	15	90

2.4.6 Suministro de Energía Eléctrica, Combustible e Insumos

a) *Suministro de energía eléctrica (adicional)*

La potencia eléctrica requerida para la operación de las nuevas instalaciones y equipos de proceso es de 80 MW, con lo cual la demanda total de Collahuasi ascenderá a 190 MW. Esta energía se adquirirá puesta en planta, en una modalidad similar a la actual. Tal como se

señaló anteriormente, la construcción del nuevo tendido eléctrico y la obtención de los permisos requeridos será de responsabilidad de la empresa suministradora.

Además se instalarán generadores diesel para requerimientos energéticos de emergencia. Los sistemas esenciales (seguridad, emergencias, control ambiental) serán abastecidos por estos generados en caso de falla del suministro eléctrico.

En el área de instalaciones portuarias la demanda de energía eléctrica será de aproximadamente 20 kWh/t de concentrado, equivalente a 19.000 MWh al año. El suministro de energía eléctrica será licitado.

b) *Combustibles*

El proyecto implica un aumento en el consumo de combustibles, básicamente petróleo diesel y gasolina. Durante la operación del Proyecto Expansión 110 ktpd el consumo de combustible aumentará en las siguientes cantidades aproximadas:

- Petróleo Diesel: 67.000 millones de litros/año, cuyo mayor consumo corresponderá a los camiones mineros y palas;
- Gasolina: 1.200 litros/año para vehículos livianos.

En el área de mantención de equipos de la mina, en el rajo Rosario, se habilitarán estanques superficiales para almacenar gasolina y petróleo diesel. El área de almacenamiento de combustible poseerá una base y bermas impermeabilizadas, y tendrá capacidad para contener el volumen del mayor estanque, en caso de eventual derrame.

Otros productos inflamables que se utilizarán en la mina incluyen aceites, lubricantes y solventes. Estos productos serán almacenados en estanques o contenedores especialmente diseñados para tales propósitos. Los productos inflamables incompatibles no serán almacenados juntos. Como medida adicional de seguridad, se contempla la instalación de señales y letreros en las áreas de almacenamiento y distribución de combustible.

c) *Reactivos*

El aumento en el ritmo de proceso de minerales sulfurados mediante flotación implicará un aumento en el consumo de algunos reactivos y un descenso en otros. El siguiente cuadro presenta las cantidades adicionales estimadas:

Insumo	Uso Principal	Consumo	Unidad
Reactivo de Flotación: MIBC	Flotación	451	t/a
Reactivo de Flotación: DF 250	Flotación	-22	t/a
Reactivo de Flotación: SF 113	Flotación	-48	t/a
Reactivo de Flotación: SF 323	Flotación	458	t/a
Reactivo de Flotación: SF 114	Flotación	-224	t/a
Cal	Flotación	27.775	t/a
Anti-incrustante	Flotación	103	t/a
Floculante	Flotación	451	t/a
Petróleo Diesel	General	26.500	m^3/a
Bencina	General	450	m^3/a
Explosivo (Slurry)	Explotación mina	5.500	t/a
Explosivo (ANFO)	Explotación mina	10.000	t/a

d) *Explosivos*

Las operaciones de tronadura de la mina son realizadas por un contratista especializado, quien se hará cargo también del almacenamiento y manejo de los explosivos de la expansión, manteniendo un polvorín diseñado y operado según la normativa vigente. Se estima que el consumo adicional de explosivos será de aproximadamente 15.500 t/año en las operaciones mineras.

2.4.7 Manejo y Disposición de Emisiones y Residuos

En esta sección se presenta la identificación y caracterización de las emisiones y residuos que generará el Proyecto Expansión 110 ktpd en su etapa de operación, indicándose en cada caso las medidas operacionales y de diseño contempladas para manejarlos adecuadamente.

Durante la etapa de operación, el Proyecto Expansión 110 ktpd implicará aumentar la cantidad generada de los siguientes residuos y emisiones actuales:

a) Drenaje ácido de roca
b) Relaves
c) Residuos sólidos
d) Residuos peligrosos
e) Aguas servidas

f) Aguas de lavado de los talleres de mantención
g) Agua de filtración de concentrado
h) Aceites y lubricantes usados
i) Emisiones de gases
j) Emisiones de material particulado
k) Ruidos y Vibraciones.

a) *Drenaje Ácido de Roca*

El mayor volumen de roca estéril que será necesario disponer en los botaderos de estéril tiene asociada una mayor probabilidad que se generen aguas acidificadas en los sectores del área del rajo Rosario en que exista contacto entre el botadero y escurrimientos superficiales de agua. En la Quebrada Huinquintipa, la cual recibe las aguas que se generan en los sectores aledaños a los depósitos destinados al material estéril del rajo Rosario, se lleva a cabo un monitoreo preventivo permanente de calidad del agua.

Para prevenir y controlar la generación de aguas acidificadas se aplicarán las medidas ya contempladas en el proyecto original:

- Se colocará previamente en la base del botadero una capa de material neutro (sin potencial de generar acidez), específicamente en los sectores de quebradas y/o áreas de afloramiento de aguas subterráneas.

- En este sector, específicamente al pie de los botaderos, se habilitarán diques o canales revestidos para interceptar y desviar las aguas superficiales drenadas desde los botaderos hacia piscinas de acumulación totalmente impermeabilizadas, donde el agua será monitoreada. Si se detecta acidez, las aguas serán enviadas al proceso para su utilización. En reemplazo, se dispondrá agua de buena calidad en la Quebrada Huinquintipa, con un caudal equivalente al desviado al proceso. Esta agua de reposición se obtendrá desde el sistema de abastecimiento de agua fresca de Collahuasi (ver sección 7.4.3, Plan de Contingencias, Capítulo 7).

b) *Relaves*

La operación del Proyecto Expansión 110 ktpd implicará aumentar la tasa de generación de relaves desde aproximadamente 60 mil tpd hasta 110 mil tpd. Los relaves serán enviados al tranque existente en el sector norte de la cuenca de Michincha, el cual cuenta con capacidad aprobada para 910 millones de toneladas. Para disponer los relaves de la

operación ampliada será necesario aumentar la capacidad a 1.098 millones de toneladas, manteniendo los métodos y técnica de construcción continua y disposición de relaves ya aprobados. Las instalaciones actuales de transporte y disposición de relaves, incluyendo la canaleta de relaves, suministro de energía, sistema de recirculación de agua y canales de desvío, entre otros, tienen capacidad para recibir la mayor tasa de relaves.

En las secciones 7.3.4 y 7.4.4 del Capítulo 7 se señalan las medidas para minimizar las infiltraciones de aguas de relaves hacia el subsuelo, y las medias para actuar en caso que los monitoreos de agua subterránea en el sector del tranque de relaves revelen tendencias crecientes de parámetros asociados a esta agua. Las medidas incluyen básicamente lo siguiente:

- Instalación de membrana impermeable en los sectores de contacto de la laguna de clarificación con terreno natural de alta permeabilidad.

- Sistema de drenaje instalado en toda la base del muro para interceptar y recircular las aguas de consolidación de los relaves y las aguas de las arenas que se utilizan para construir el muro principal.

- Monitoreo preventivo de la calidad de las aguas subterráneas en el entorno del tranque de relaves.

- Si se detecta un posible impacto en las aguas, se instalarán bombas de pozo profundo en los propios pozos de monitoreo, capaces de interceptar las infiltraciones y reenviarlas al tranque de relaves o directamente a la planta de procesos.

c) *Residuos sólidos*

Residuos domésticos

La operación ampliada implicará aumentar la tasa de generación de residuos domésticos en aproximadamente 50 kg/d, totalizando unos 270 kg/d. Al cabo de la vida útil del proyecto se generarán aproximadamente 2.500 toneladas de residuos domésticos. Estos desechos consisten básicamente en restos de comida, envases y envoltorios de comidas, papeles, desechos de artículos de aseo personal, etc. Los residuos serán generados principalmente en el área Mina-Planta.

Para la disposición final de los residuos orgánicos se utilizará el actual relleno sanitario de Collahuasi, ubicado en el área de Coposa. Este relleno sanitario cuenta con la autorización de construcción y funcionamiento del Servicio de Salud de Iquique.

Los residuos inertes (no orgánicos) se dispondrán en el depósito de residuos industriales de Collahuasi, ubicado en el área Ujina. Este depósito cuenta con la autorización del Servicio de Salud de Iquique.

Los residuos generados durante la etapa de operación en el área Instalaciones Portuarias serán incorporados al manejo habitual de residuos en estas instalaciones, y enviados regularmente al vertedero municipal de la ciudad de Iquique.

No se anticipa la necesidad de ampliar los actuales rellenos sanitarios del área Mina-Planta; sin embargo, si durante la vida útil del Proyecto Expansión 110 ktpd surgiera esta necesidad, se procederá a ampliar las instalaciones existentes previa obtención de los permisos pertinentes.

Residuos sólidos industriales Inertes

La operación ampliada implicará aumentar la tasa de generación de residuos sólidos industriales (inertes) en aproximadamente 1.600 m^3 por año, totalizando unos 3.600 m^3 anuales. Al cabo de la vida útil del proyecto se generarán aproximadamente 90.000 m^3 de residuos sólidos industriales. Los residuos tales como cartones, maderas, escombros, pallets, gomas y papeles, serán enviados al depósito existente en el área Mina-Planta. En el caso del área Instalaciones Portuarias, los residuos industriales inertes serán enviados al vertedero municipal de Iquique.

Algunos residuos con valor comercial, como chatarra, podrán serán retirados de las áreas del proyecto para su comercialización o entregados a empresas de reciclaje de materiales.

d) *Residuos Peligrosos*

La operación ampliada implicará aumentar la cantidad de residuos peligrosos generados en la actual operación. Estos residuos presenten una o más de las siguientes características: explosivo, inflamable, reactivo, corrosivo y tóxico, y consisten básicamente en envases de solventes y grasas, baterías y pilas. Los residuos serán generados principalmente en el área Mina-Planta, y serán dispuestos en el depósito de seguridad que se opera actualmente, el cual cuenta con autorización por parte del Servicio de Salud de Iquique.

No se anticipa la necesidad de ampliar el actual depósito de residuos peligrosos; sin embargo, si durante la vida útil del Proyecto Expansión 110 ktpd surge esta necesidad, se procederá a ampliar las instalaciones existentes previa obtención de los permisos pertinentes.

Los residuos peligrosos generados en el área Instalaciones Portuarias serán almacenados provisoriamente en contenedores ubicados en el área. Estos residuos serán luego enviados al depósito de seguridad ubicado en el área Mina-Planta, tal como se hace en la actualidad.

e) *Aguas Servidas*

La operación ampliada implicará aumentar la generación de aguas servidas en el campamento de operaciones y en la planta de procesos del área Mina-Planta en aproximadamente 3 L/s, totalizando un caudal promedio del orden de 23 L/s, en baños y cocinas.

Las aguas servidas serán enviadas a las plantas de tratamiento que operan actualmente en el área (tratamiento por aireación), El efluente tratado de la planta se continuará utilizando en el riego de áreas verdes.

El área del chancador primario y de los talleres de mantención mina contarán con servicios higiénicos. Además habrá un sector de comedor y sala de cambios en el área de talleres. Las aguas servidas generadas en estas instalaciones se estiman en 0,1 a 0,15 L/s, y serán tratadas en una nueva planta de tratamiento modular. El efluente de la planta de tratamiento de aguas servidas será aplicado en el riego de áreas verdes o infiltrada en el terreno.

Los residuos sólidos generados por el funcionamiento de las plantas de tratamiento de aguas servidas serán enviados al relleno sanitario.

Las aguas servidas generadas en el área Instalaciones Portuarias serán enviadas a la planta de tratamiento actualmente en operación, la cual será reemplazada por una de mayor capacidad.

f) *Agua de Lavado de los Talleres de Mantención*

Actualmente, el agua de lavado de camiones y maquinaria en los talleres de mantención (en la mina y en la planta de procesos) se envía a una sentina en cada taller, en donde sedimentan los sólidos y se retirarán los aceites flotantes. El agua es luego recirculada hacia el proceso. Los sólidos se remueven periódicamente de las sentinas y se envían al vertedero de seguridad. El aceite residual será enviado a estanques especialmente diseñados para estos fines y posteriormente retirados de la faena por el mismo proveedor almacenado fuera del sitio, junto con los aceites usados de mantención. En el área de talleres no se descargan residuos líquidos al ambiente.

Durante la etapa de operación del Proyecto Expansión 110 ktpd no se modificará el actual manejo de las aguas de lavado de maquinarias del taller de la planta de procesos. Estas instalaciones permitirán el manejo adecuado del mayor flujo de aguas de lavado generado como consecuencia del aumento de las maquinarias en operación.

El nuevo taller de mantención mina, ubicado en el área del rajo Rosario, contará con un sistema similar para el manejo de las aguas de lavado de maquinaria.

g) *Agua de filtración de concentrado*

El Proyecto Expansión 110 ktpd generará aproximadamente 5 L/s adicionales de aguas de filtración en el área de las instalaciones portuarias, con características muy similares a las actuales (ver sección 2.2), totalizando de esta forma aproximadamente 26 L/s. Esta agua será conducida hasta tres nuevas piscinas de evaporación que se construirán el noreste de la planta de filtros, las cuales forman parte del proyecto original.

h) *Aceites, Lubricantes, Grasas y Anticongelantes Usados*

Los aceites y lubricantes usados, retirados de las máquinas y equipos en mantención, serán bombeados desde el interior del taller a estanques ubicados junto a los estanques de almacenamiento de lubricantes y aceites. Estos aceites y lubricantes usados serán posteriormente entregados a los proveedores para ser reciclados, tal como se hace en la actualidad.

En el caso del chancador, los aceites y lubricantes usados que se retiren durante las labores de mantención, serán almacenados en tambores de 200 litros y enviados al sistema de manejo de aceites usados del taller de mantención.

En las instalaciones de faena se mantendrá un registro del volumen almacenado de aceites y lubricantes usados. Este registro se actualizará periódicamente. Del mismo modo, se registrará cada entrega a proveedores, considerando al menos la siguiente información: cantidad, transportista, empresa y lugar de recepción.

i) *Emisiones de Gases*

Los camiones mineros y la maquinaria pesada que operan en el sector de los rajos y botaderos, así como los vehículos de transporte desde/hacia la faena, generan emisiones de gases de combustión en los motores diesel, principalmente monóxido de carbono (CO) y óxidos de nitrógeno (NOx). Estas emisiones aumentarán en proporción a los nuevos flujos vehiculares y flota de camiones. La mantención periódica de estos vehículos permitirá que los motores operen en condiciones óptimas, sin generar efectos ambientales adversos.

Los equipos generadores de energía eléctrica producen gases similares a los señalados en el párrafo anterior. Un programa de mantención periódica a estos equipos asegurará que estas emisiones no sean significativas.

Además se producen gases durante los eventos de tronadura (una vez al día por un lapso breve), los cuales aumentarán debido a la mayor tasa de extracción de mineral. Son embargo, estas emisiones atmosféricas no ocasionarán efectos significativos debido a su corta duración y a las buenas condiciones de ventilación atmosférica existente en el área.

j) *Emisiones de Material Particulado*

Las emisiones de material particulado aumentarán tanto en el área de los rajos como en el área de la planta de beneficio. Las fuentes emisoras relevantes corresponden a: tronaduras (una vez al día); carguío y descarga de camiones con mineral y estéril; operaciones de chancado, molienda y transferencia de mineral; circulación de camiones mineros en las áreas de operación y caminos de servicio (de tierra); erosión eólica de las superficies activas en los botaderos y en la mina.

En el Capítulo 6 se presenta una estimación del aumento de las emisiones de material particulado causado por la expansión de la operación. Se utilizan factores de emisión de la EPA (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos). La tasa de generación de material particulado (fracción respirable, MP10) totalizará aproximadamente 33,4 ton/día. En el mismo Capítulo 6 se presenta la aplicación de un modelo de dispersión que permite

determinar las concentraciones atmosféricas resultantes en el área de influencia del proyecto debido a estas emisiones.

No existen áreas pobladas cercanas al proyecto. El campamento de operación se ubica en otra cuenca, por lo que tampoco está expuesto a las emisiones de polvo de la operación minera.

En el Capítulo 7, sección 7.2.3, se presentan las medidas de control de las emisiones de polvo, cuyas eficiencias han sido consideradas en la estimación de emisiones.

k) *Ruidos y Vibraciones*

Las principales fuentes de ruido de la operación son las tronaduras en la mina, la circulación de camiones mineros, la operación del chancador primario y de los molinos. Otras fuentes de ruido asociadas a las operaciones y procesos incluyen compresores y bombas hidráulicas. También se generan emisiones de ruido en el camino de acceso, debido a la circulación de buses, camiones y vehículos livianos.

Las tronaduras se ejecutan una vez por día, con una duración breve (unos pocos segundos), por lo que constituyen fuentes de ruido de muy corta duración aunque de gran intensidad. La ampliación del proyecto implicará un aumento en la tasa de extracción de mineral, y por lo tanto en la emisión de ruido de las tronaduras. En efecto, el nivel de decibeles (dB) emitido en cada tronadura es función de la cantidad de explosivo utilizado. Los niveles típicos de ruido emitido por tronaduras de proyectos de esta escala son del orden de 180 dB dentro de la mina. Este nivel disminuye exponencialmente con la distancia. En el Capítulo 6 se presenta un modelamiento de la propagación del ruido de tronaduras y la evaluación de los niveles resultantes en el entorno.

Los camiones mineros constituyen fuentes continuas y móviles de emisión de ruido, con niveles del orden de 93 a 94 dB cada uno. En el sector de la mina operarán hasta 57 camiones de alto tonelaje, cada uno con un determinado radio de influencia. Por su parte, las operaciones de chancado tendrán una emisión de ruido típica entre 110 y 120 dB. Ésta se debe principalmente a la descarga del mineral desde los camiones y a la acción de trituración a que es sometido el mineral por parte del equipo de chancado. El efecto de estas emisiones de ruido se evalúa en el Capítulo 6.

Las demás etapas del proceso se ubican dentro de recintos cerrados, de modo que no implican emisiones de ruido relevantes para el medio ambiente.

El aumento de la circulación de vehículos por el camino de acceso implicará un aumento de los niveles de ruido existentes. Se ha estimado que un número de 242 viajes al día, incluyendo buses, camiones con suministros y vehículos livianos. En el Capítulo 6 se presenta la estimación de la emisión de ruido asociada a este flujo vehicular.

En cuanto a las vibraciones, las principales fuentes son las tronaduras en la mina. En general éstas provocan una vibración del terreno que se propaga por uno o dos kilómetros, hasta disiparse. En este caso, en un radio de varias decenas de kilómetros entorno al proyecto no existen viviendas expuestas a tales vibraciones. Las demás vibraciones de la operación, como las ocasionadas por el funcionamiento de los equipos, son menores y no constituyen una fuente de impacto ambiental de relevancia. En el Capítulo 6 se presenta la evaluación del efecto de las vibraciones causadas por las tronaduras, incluyendo el aumento en la tasa de extracción de mineral.

2.5 ETAPA DE CIERRE Y ABANDONO

2.5.1 Objetivos y Alcance del Plan de Cierre y Abandono

La presente sección describe las medidas de cierre de las instalaciones y obras asociadas al Proyecto Expansión 110 ktpd, es decir, aquellas involucradas en la explotación y procesamiento de minerales sulfurados. Se incluyen también las medidas de cierre de la infraestructura del proyecto e instalaciones auxiliares. Para las instalaciones de proceso de minerales oxidados (no involucradas en esta expansión) se mantienen las medidas de cierre señaladas en el Estudio de Impacto Ambiental de 1995.

El objetivo central del Plan de Cierre y Abandono es otorgar una condición segura al área del proyecto y a las obras remanentes, para proteger el medio ambiente y evitar accidentes después del término de las operaciones. Además se pretende otorgar al terreno una condición similar a la original, removiendo o retirando las estructuras e instalaciones de proceso.

Este plan debe considerarse como un lineamiento general y preliminar sobre el cierre y abandono del proyecto. Collahuasi elaborará un plan detallado de cierre durante el período de operación, ajustándose a la normativa vigente y basándose en los resultados de monitoreos y análisis complementarios que se realicen en ese período. El plan detallado será presentado oportunamente a las autoridades competentes para solicitar el permiso sectorial correspondiente.

Asimismo, la eventual paralización temporal de alguna de las operaciones mineras, por ejemplo el rajo Ujina, será comunicado al Servicio Nacional de Geología y Minería según lo dispuesto en el Reglamento de Seguridad Minera y las demás normativas vigentes y aplicables en ese momento. En tal caso, se aplicarán las medidas de cierre y abandono temporal que resulten necesarias, basado en los lineamientos y criterios del presente plan.

2.5.2 Rajos

Los rajos abiertos permanecerán como obras remanentes del proyecto. Tendrán una profundidad final entre de hasta 800 metros (Rajo Rosario), y cubrirán una superficie de aproximadamente 948,7 ha en total. El diseño geotécnico de los taludes otorgará una condición estable durante el período de explotación del yacimiento; sin embargo, es probable la ocurrencia de derrumbes locales en el largo plazo, aunque se estima que esto no comprometerá la estabilidad global de las paredes del rajo. No se contempla modificar los taludes de los rajos después de terminada la operación.

Los accesos serán clausurados mediante el corte de caminos o levantamiento de bermas. Esta medida impedirá el acceso de vehículos a los rajos. Además se instalarán señales y letreros de advertencia de peligro en sectores aledaños.

Se evaluará la necesidad de habilitar canales perimetrales en los rajos para desviar hacia aguas abajo las escorrentías superficiales de aguas lluvia, evitando que ingresen a los rajos.

Se espera que los afloramientos de agua subterránea continúen indefinidamente en el fondo de los rajos, bajo una condición de equilibrio o balance entre afloramiento y evaporación del agua. En otras palabras, los rajos actuarán como sumideros o drenes, generándose pequeñas lagunas en su interior. El agua no escurrirá, por lo tanto, hacia sectores adyacentes, sino que se descargará a la atmósfera por evaporación. Este efecto natural evitará que una eventual mala calidad del agua en los rajos genere alteración de las aguas subterráneas circundantes.

2.5.3 Botaderos

El momento del cierre de las operaciones existirán aproximadamente unas 3020,3 hectáreas de botaderos de estéril cerca del rajo Ujina y del rajo Rosario. Los taludes de los botaderos serán estables durante el período de operación; sin embargo, en el largo plazo es posible la ocurrencia de fallas locales, afectando pequeñas áreas al pie de los botaderos. Para prevenir daños y accidentes producto de estas fallas, las áreas potencialmente afectadas

por desprendimiento de roca serán delimitadas y señalizadas en el terreno mediante letreros de advertencia de peligro; además, al final de la vida útil del proyecto se clausurarán los caminos de acceso a estas áreas.

Se evaluará la necesidad de habilitar canales perimetrales en los botaderos que puedan quedar expuestos a escurrimientos superficiales de aguas lluvia. Esta medida permitirá desviar los flujos aguas abajo de los botaderos, evitando que puedan entrar en contacto con la roca estéril.

En el caso de los botaderos ubicados junto al rajo Rosario, en el sector de la Quebrada Huinquintipa, durante la fase de operación se instalará un sistema de recolección y manejo de los drenajes de esta quebrada, aguas abajo de los botaderos. Si se detecta drenaje ácido durante las operaciones, es probable que éste continúe después del cierre. En tal caso el sistema de recolección, manejo y eventual tratamiento de las aguas acidificadas continuará operando en el abandono hasta que los monitoreos indiquen que se restablecen condiciones de calidad similares a las de línea base.

2.5.4 Planta de Procesos

En los meses finales de operación se incrementará el control del inventario de reactivos de proceso. Los insumos no utilizados serán devueltos a los proveedores.

Durante el cierre se lavarán las instalaciones y equipos de proceso. El agua residual resultante será enviada al tranque de relaves. Se desmantelarán y retirarán los edificios de la planta de proceso. Se limpiarán los pisos y sumideros antes de proceder con la demolición de concretos. Los materiales de desmantelación serán clasificados para reventa, reciclaje o disposición final. Los residuos sólidos obtenidos en las demoliciones serán dispuestos en el relleno sanitario o depósito de residuos industriales inertes. Las fundaciones de concreto de las estructuras serán removidas hasta el nivel del terreno, el cual será posteriormente nivelado.

Los equipos de chancado serán desmontados de sus fundaciones y clasificados para reventa, recuperación de chatarra o disposición final. Las estructuras soportantes y las correas transportadoras también serán clasificadas para reventa o disposición final. Las fundaciones de concreto de las estructuras serán removidas hasta el nivel del terreno, el cual será nivelado con material o suelo del sitio.

2.5.5 Tranque de Relaves

El tranque de relaves permanecerá como obra remanente del proyecto en el sector norte de la cuenca de Michincha. Esta obra ha sido diseñada para permanecer estable en el largo plazo, resistiendo los efectos de un sismo máximo de diseño de magnitud 8,3 (Richter) con una aceleración del terreno de 0,31 g.

Se evitará la erosión eólica de la superficie final de los relaves mediante la instalación de una cubierta de material granular grueso. En el talud de aguas abajo y en el coronamiento del muro de arenas también se instalará una cubierta de material granular grueso para evitar la erosión eólica e hídrica.

La revegetación de la superficie de los relaves no es viable debido a las condiciones desfavorables que imponen la altura y la carencia de suelos orgánicos en la zona.

La superficie final de los relaves será perfilada de tal forma de otorgar una pendiente que favorezca la rápida evacuación de escorrentías a través de un canal abierto.

Las crecidas de aguas lluvia generadas en las subcuencas aportantes al tranque de relaves serán evacuadas por medio de canales abiertos construidos en el perímetro de esta obra. En el muro del tranque de relaves se instalará un vertedero excavado en roca en el estribo izquierdo del muro, capaz de evacuar una crecida máxima generada en un evento con un período de retorno de 10.000 años.

Las aguas de relaves colectadas por el sistema de drenes bajo el muro del tranque serán recirculadas mediante bombeo hacia la laguna de clarificación, donde se evaporará. Esta medida se mantendrá por el tiempo necesario hasta que el caudal de agua generado por la consolidación de los relaves se reduzca a niveles insignificantes.

Los pozos de monitoreo instalados aguas abajo del tranque de relaves quedarán habilitados para permitir la realización de mediciones de calidad del agua después del cierre.

2.5.6 Infraestructura

El campamento y sus instalaciones anexas serán desmantelados; los elementos estructurales y ornamentales serán clasificados para su reventa o disposición final. Las fundaciones de concreto de las estructuras serán removidas hasta el nivel del terreno y luego cubiertas con material superficial natural del área.

Se dejarán operativas las instalaciones que se requieran para monitoreo y eventuales actividades de mitigación después del cierre del proyecto, incluyendo líneas de distribución de energía eléctrica, planta de purificación de agua potable y planta de tratamiento de aguas servidas. Probablemente se reemplazarán las instalaciones utilizadas en la etapa de operación por nuevas instalaciones, de menor envergadura, adecuadas para un número reducido de personas que participarán en las tareas de monitoreo y control ambiental post-cierre.

Las instalaciones de bombeo y conducción de agua desde Coposa y Michincha serán retiradas o removidas para su clasificación, venta y/o disposición como residuo inerte, con la excepción de las tuberías enterradas. Los terrenos serán nivelados para recuperar la condición topográfica original. Se mantendrán operativos los pozos y sistemas de conducción que eventualmente se requieran para mantener la recarga artificial de la vertiente, hasta que se recuperen los niveles de recarga natural.

El tránsito vehicular hacia el área del proyecto será muy reducido después del término de las operaciones y de la etapa de cierre. Se mantendrá operativo el camino principal y los caminos de acceso a las instalaciones de monitoreo y control ambiental, u otra instalación que fuese necesaria. Los caminos secundarios que no se utilicen serán cerrados y bloqueados mediante el levantamiento de bermas. En los caminos de acceso se instalarán señalizaciones advirtiendo el peligro de acercamiento al área, principalmente al rajo y a los botaderos.

El destino del aeródromo será analizado y evaluado con las autoridades correspondientes para determinar si se desmantela y remueve la infraestructura, o si se deja operativa para los fines que la autoridad considere adecuados.

2.5.7 Mineroducto

Las tuberías de los mineroductos quedarán enterradas. Las estaciones de disipación de energía serán desmanteladas, removiéndose los cimientos y nivelándose el terreno. Se procederá al retiro de las carpetas impermeables de las piscinas de emergencia; luego se harán los movimientos de tierra necesarios para rellenar las áreas de excavación y eliminar los pretiles o muros, de tal forma de dejar un terreno relativamente nivelado, asemejando la topografía original. Si hubieren restos de concentrado de cobre en las piscinas, éstos serán removidos previamente y enviados al tranque de relaves.

2.5.8 Planta de Filtros y Secado

Los edificios de la planta de filtros y secado ubicados en el sector de Punta Patache serán desmantelados. Las tuberías, correas transportadoras, espesadores, y en general todas las instalaciones de proceso e infraestructura de apoyo serán clasificadas para su reventa o disposición final. Las fundaciones de concreto de las estructuras serán removidas hasta el nivel del terreno, el cual será luego nivelado.

2.5.9 Instalaciones de Embarque

Las estructuras soportantes y equipos de embarque podrán quedar como obras remanentes para algún uso alternativo provechoso para la comunidad, lo cual será acordado oportunamente con las autoridades competentes. De lo contrario serán desmantelados y clasificadas para su reventa o disposición final. Las fundaciones de concreto de las estructuras serán removidas hasta el nivel del terreno, el cual será luego nivelado donde sea factible.

2.5.10 Depósitos de Residuos

Los depósitos de residuos domésticos, residuos sólidos inertes y residuos peligrosos serán cerrados al término de la etapa de cierre del proyecto. Los depósitos serán cubiertos por una capa de suelo compactado de aproximadamente 50 cm para limitar la erosión eólica e infiltración de precipitaciones. Se dejarán las señalizaciones pertinentes, especialmente en el depósito de residuos peligrosos. Para las actividades de post-cierre se habilitará un nuevo relleno sanitario, de menor tamaño.

2.5.11 Estanques de Almacenamiento

Los estanques de petróleo y gasolina serán vaciados completamente y cualquier remanente será utilizado o devuelto a proveedores. El suelo alrededor de estos estanques será muestreado para determinar si existe algún grado de contaminación. El suelo eventualmente contaminado será excavado y dispuesto en tambores metálicos u otros recipientes adecuados, y enviados al depósito de residuos peligrosos. Los estanques retirados serán clasificados para su reventa, reutilización o disposición final.

Medidas similares se aplicarán en los estanques de almacenamiento de reactivos de proceso.

2.5.12 Piscinas de Evaporación

Una vez evaporada el agua de las piscinas se procederá al retiro de las carpetas impermeables. Se recuperará la condición del relieve original mediante movimientos de tierra para rellenar las áreas de excavación y eliminar los pretiles o muros. Si hubieren sedimentos en las piscinas, éstos serán removidos previamente y enviados al tranque de relaves.

2.5.13 Plantaciones Forestales

Una vez finalizada la aplicación de aguas de filtración en la plantación forestal, se procederá a la tala de los árboles y comercialización de la madera. Luego se removerán los troncos hasta el nivel del terreno, para luego nivelar el área mediante movimientos de tierra. Todas las instalaciones de riego serán removidas.

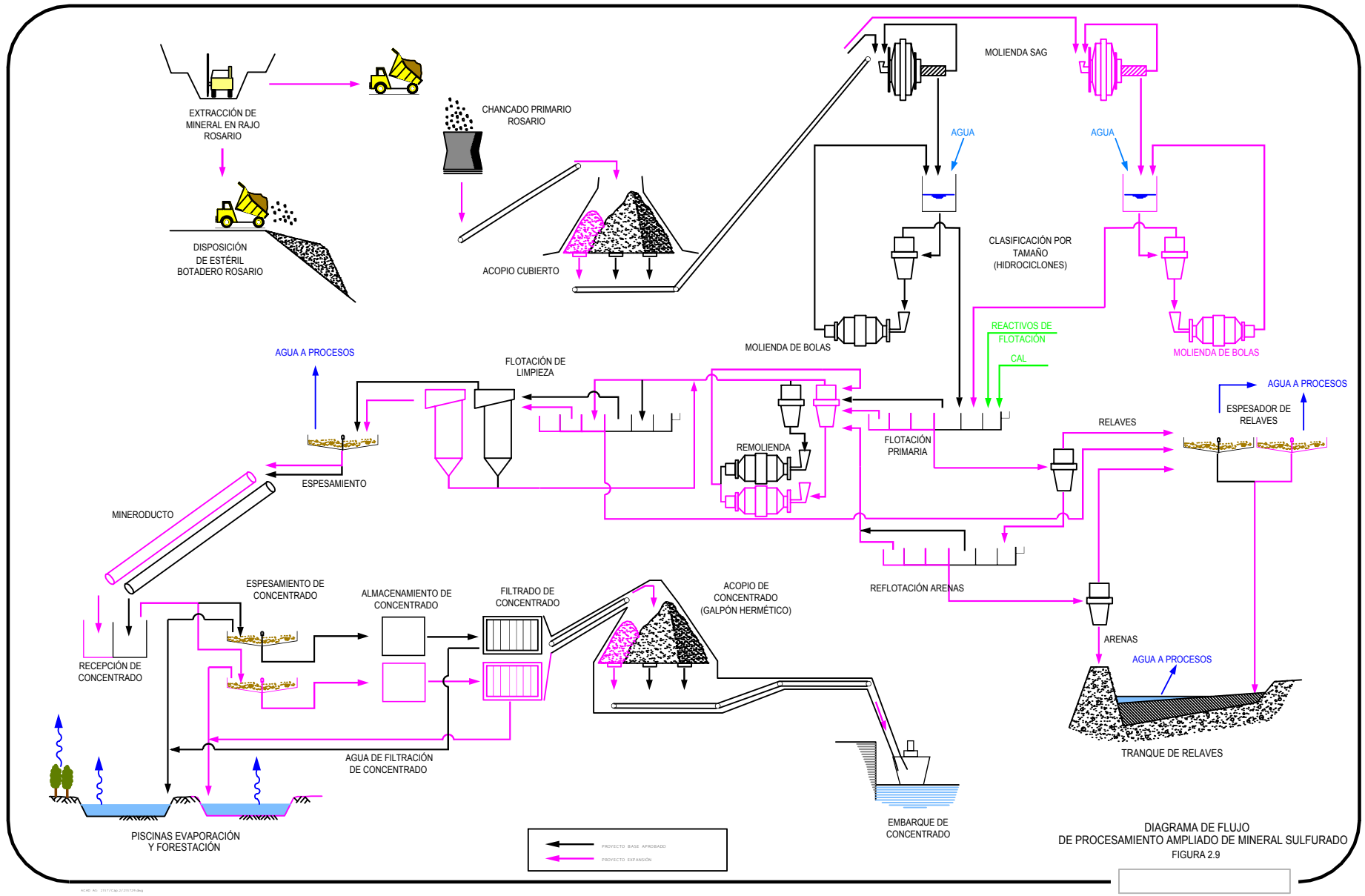


DIAGRAMA DE FLUJO
DE PROCESAMIENTO AMPLIADO DE MINERAL SULFURADO
FIGURA 2.9

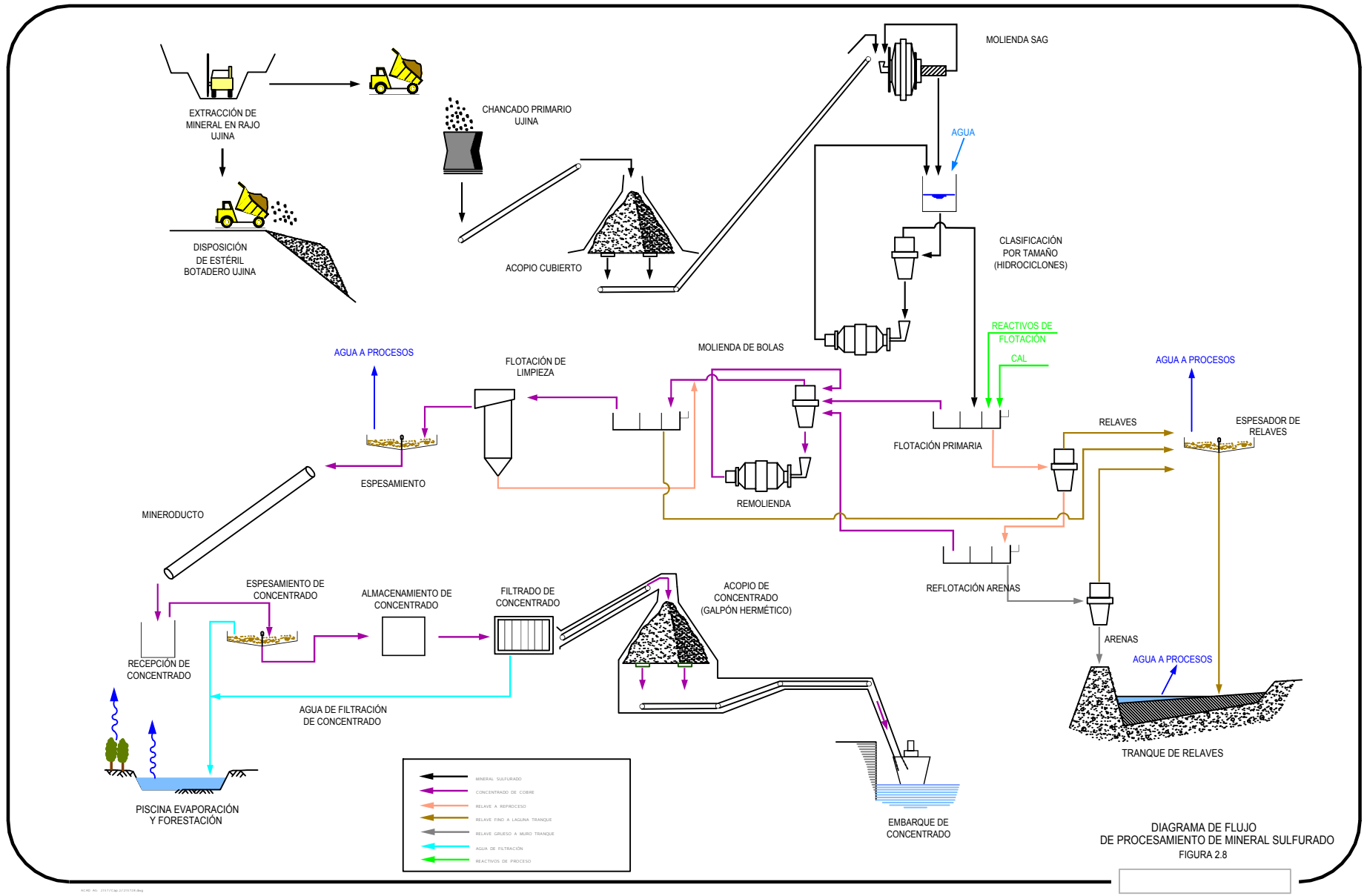


DIAGRAMA DE FLUJO
DE PROCESAMIENTO DE MINERAL SULFURADO
FIGURA 2.8

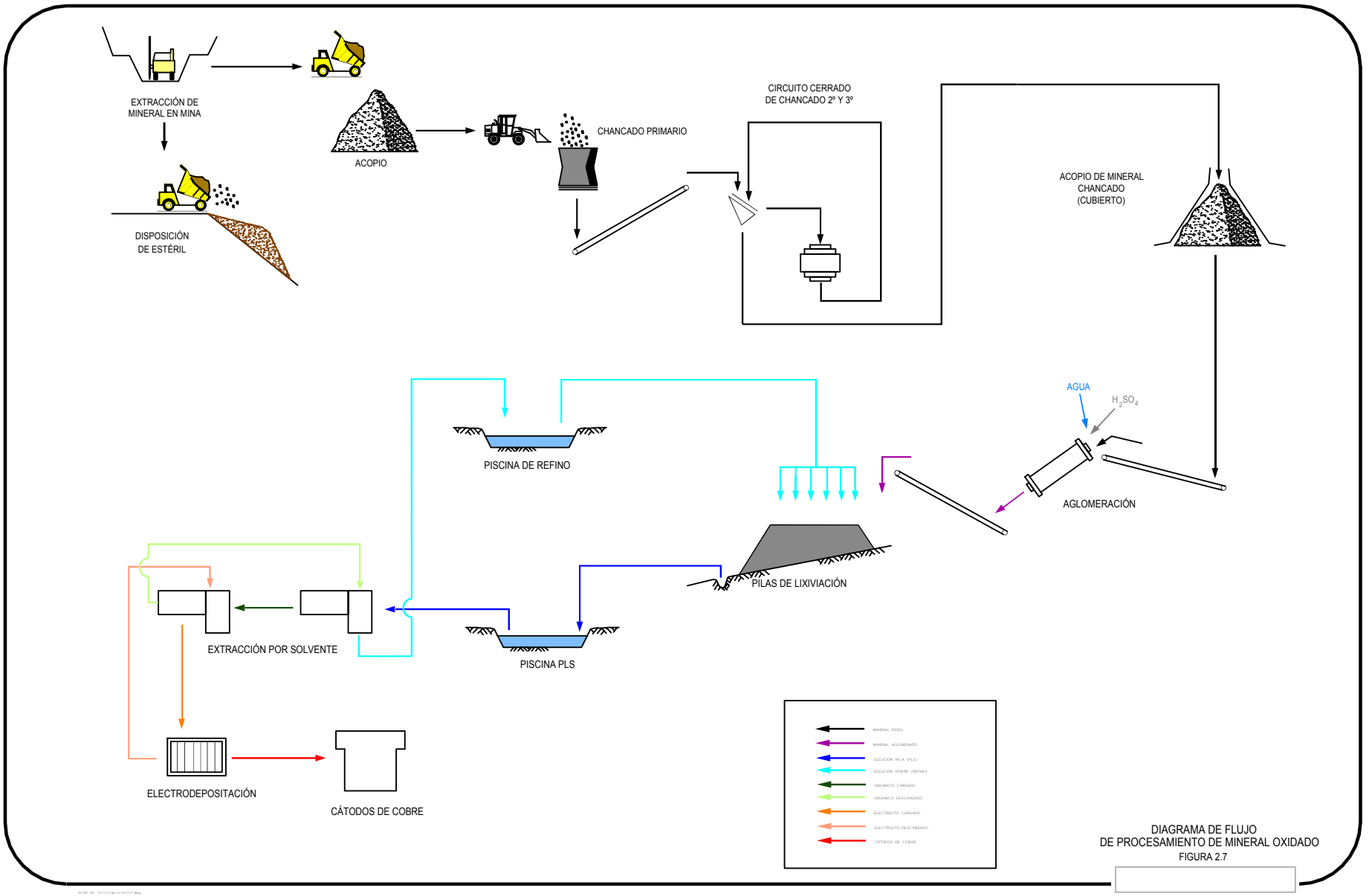
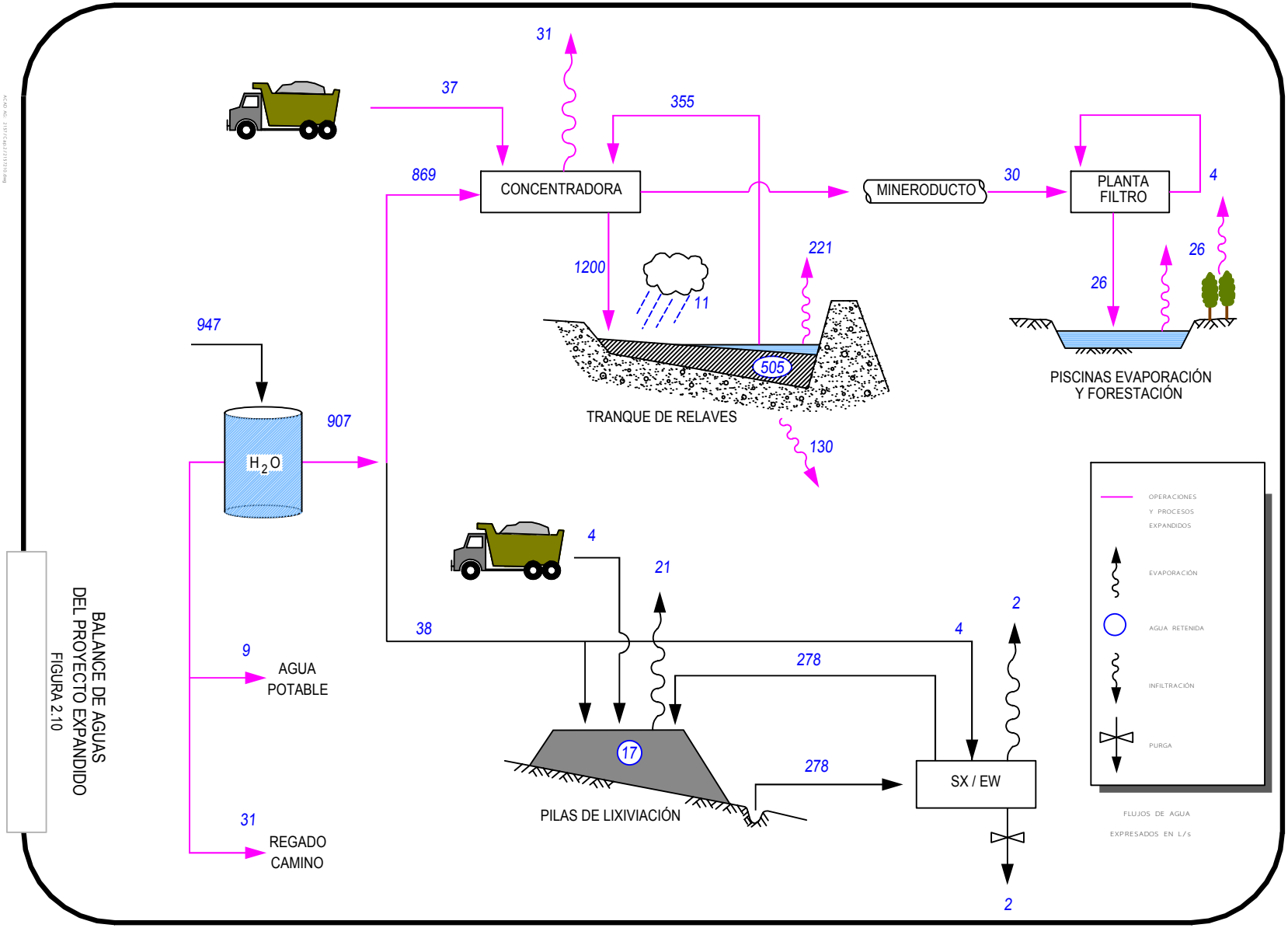


DIAGRAMA DE FLUJO
DE PROCESAMIENTO DE MINERAL OXIDADO
FIGURA 2.7



BALANCE DE AGUAS
DEL PROYECTO EXPANDIDO
FIGURA 2.10

CAPÍTULO 3

PLAN DE CUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL APLICABLE

En este capítulo se desarrolla el contenido exigido por la letra g) del artículo 12 de la Ley 19.300 y d) del artículo 12 del Decreto Supremo N°30 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Dicho contenido dice relación con el desarrollo de un plan de cumplimiento de la legislación ambiental aplicable al Proyecto, con la indicación de la normativa de carácter general y la específica asociada directamente con la protección del Medio Ambiente, la preservación de la naturaleza, el uso y manejo de los recursos naturales y los permisos ambientales sectoriales que el Proyecto o actividad requerirá para su ejecución. En este capítulo se han adoptado los siguientes criterios para determinar el marco de tal legislación :

a) El marco conceptual determinado por la definición de Medio Ambiente del artículo 2 letra ll) de la Ley 19.300 y el D.S. N°30 de 1997, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, que aprobó el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

b) El listado de normas contenidas en el documento denominado "Repertorio de la Legislación de Relevancia Ambiental Vigente en Chile" y su Suplemento Número 1, elaborados por la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) en enero de 1992 y enero de 1993, respectivamente.

c) Otras normas, cuyo carácter ambiental sea evidente, no obstante no estar incluidas en los criterios anteriores.

La revisión de la legislación aplicable al Proyecto Expansión 110 ktpd Planta Concentradora Collahuasi, ha sido sistematizada y agrupada en tres secciones:

- Normativa Ambiental de Carácter General Aplicable al Proyecto.
- Normativa Ambiental Específica Aplicable al Proyecto.
- Permisos Ambientales Sectoriales Asociados al Proyecto.

En la primera parte se describe y analiza la normativa general aplicable al Proyecto, mientras que la segunda parte se refiere a la normativa ambiental específica, agrupándose ésta en torno a las siguientes áreas temáticas o componentes ambientales:

- Aire
- Agua
- Suelos
- Medio Ambiente Biótico
- Componente Cultural
- Transporte e Infraestructura
- Medio Ambiente Global
- Medio Marino

La estructura utilizada para el análisis de cada uno de los componentes ambientales consiste en la identificación de la norma aplicable, señalando su fecha de publicación en el Diario Oficial y el Ministerio o repartición del cual emanó. Luego se describe brevemente el contenido o materia tratada por la norma, para posteriormente señalar la relación que ésta tiene con el Proyecto y los antecedentes o medidas que el Proyecto implementará y que acreditan el cumplimiento de las exigencias contenidas en cada una de las normas aplicables. Finalmente, se señala la autoridad encargada de la fiscalización del cumplimiento de la legislación respectiva.

En la tercera parte "Permisos Ambientales Sectoriales Asociados al Proyecto", se identifican y desarrollan los permisos o autorizaciones ambientales que resultan aplicables al Proyecto, de acuerdo con el listado que proporciona el Decreto Supremo N°30/97, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. En cada uno de los permisos se identifica la norma que lo contiene, la descripción de la materia que regula, la relación con el Proyecto y los antecedentes que se deben acompañar en el estudio, de acuerdo con los requisitos exigidos por el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

3.1 NORMATIVA AMBIENTAL DE CARÁCTER GENERAL APLICABLE AL PROYECTO

3.1.1 Constitución Política de la República

La Constitución Política del Estado (CPE) de 1980 por primera vez en la historia constitucional de Chile consagra como garantía fundamental el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación. Dicha consagración como garantía fundamental se encuentra contenida en el artículo 19, N°8 de la CPE, la que constituye la norma base de toda la regulación ambiental en el derecho chileno. El citado artículo 19 señala:

> *"La Constitución asegura a todas las personas:*

> *N°8 "El derecho a vivir en un ambiente libre de contaminación. Es deber del Estado velar para que este derecho no sea afectado y tutelar la preservación de la naturaleza.*
>
> *La Ley podrá establecer restricciones específicas al ejercicio de determinados derechos o libertades para proteger al Medio Ambiente".*

La naturaleza de este derecho es doble. Por una parte es una aspiración social constitucionalmente reconocida, que impone un deber o mandato al Estado, en el sentido de que éste debe garantizar un ambiente libre de contaminación; y por otra, se trata de un derecho público subjetivo, el cual puede ser exigido a cualquier persona o autoridad determinada en términos de abstenerse de realizar conductas contaminantes.

Consecuentemente, la tutela jurídica de este derecho, colectivo y subjetivo a la vez, es el fundamento de la legislación ambiental y de las restricciones a otras garantías constitucionales, los que según se consigna en la historia fidedigna del establecimiento de la Constitución Política del Estado de 1980, podrían ser el derecho de propiedad (art. 19 N°24) y el derecho a desarrollar cualquier actividad económica (art. 19 N°21).

Sin perjuicio de lo anterior, el propio constituyente se encarga de definir los límites de estas restricciones. De esta forma, sólo por ley se podrán establecer o imponer restricciones sobre determinados derechos y libertades, tal como lo señala el inciso 2° del artículo 19 N°8 de la Constitución.

Establece además que los preceptos legales que regulen, complementen o limiten los derechos fundamentales, no los afectarán en su esencia ni impondrán condiciones, tributos o requisitos que impidan su libre ejercicio (artículo 19 N°26).

La acción que la Constitución consagra para cautelar este derecho es el Recurso de Protección, establecido en el inciso 2° del artículo 20, que procede en favor de cualquier persona natural o jurídica que se vea privada, perturbada o amenazada en el legítimo ejercicio de su derecho a vivir en un Medio Ambiente libre de contaminación, por un acto arbitrario e ilegal.

3.1.2 Ley N°19.300, Ley de Bases Generales del Medio Ambiente

Publicada el 9 de marzo de 1994, esta Ley constituye el marco legal básico de toda la normativa ambiental de Chile, procurando regular y desarrollar las instituciones e instrumentos necesarios para la protección del Medio Ambiente en armonía y consonancia con el precepto constitucional del artículo 19 N°8 de la CPE. La estructura de la Ley 19.300 es la siguiente:

a) Título I: Disposiciones Generales

El título I contiene cinco disposiciones de carácter general. El artículo primero establece que "El derecho de vivir en un ambiente libre de contaminación, la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental se regularán por las disposiciones de esta ley, sin perjuicio de lo que otras disposiciones legales establezcan sobre la materia".

Por otra parte, el artículo segundo define 23 términos empleados en la ley. Su importancia radica no sólo en el hecho de que ésta sea la primera ocasión en que el legislador aborda algunos de los términos allí señalados, sino por su alcance frente a posteriores textos legales relativos a materias ambientales específicas.

b) Título II: De los Instrumentos de Gestión Ambiental

Este título enumera y regula una serie de herramientas para la protección del ambiente. Los más relevantes son:

- La Educación y la Investigación;
- El Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental;
- Las Normas de Calidad Ambiental y de la Preservación de la Naturaleza y Conservación del Patrimonio Ambiental;
- Las Normas de Emisión; y
- Los Planes de Manejo, Prevención o Descontaminación.

c) Título III: De la Responsabilidad por Daño Ambiental

Se mantiene la regla general imperante en la legislación chilena, en orden a establecer un régimen de responsabilidad subjetiva, exigiéndose por tanto la concurrencia de dolo o culpa en el autor del daño. En este aspecto, sin embargo, el legislador optó por atenuar levemente la aplicación de este sistema, incorporando una serie de presunciones legales que invierten el peso de la prueba y que intentan dar mayor eficacia a las normas sobre responsabilidad. De esta forma, el párrafo I contiene diversas disposiciones relativas a la responsabilidad por daño ambiental, las que establecen la obligación para su autor de repararlo. Se consagra la obligación de restaurar el medio ambiente dañado y, en caso de no ser ello posible, indemnizarlo en conformidad a la ley.

Por otra parte, se presume legalmente la responsabilidad del autor del daño ambiental si existe infracción a las normas de calidad ambiental, a las normas de emisión, a los planes de prevención o descontaminación, a las regulaciones especiales en casos de emergencia, o a las normas sobre preservación o conservación que fueren aplicables. Producido el daño ambiental se concede acción para obtener la reparación del Medio Ambiente dañado. Ésta es la llamada "acción ambiental".

Según el artículo 54 de la Ley 19.300, son titulares de la acción ambiental: a) las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, que hayan sufrido el daño o perjuicio, b) las municipalidades por hechos acaecidos en sus comunas a requerimiento de un vecino y en su representación, con los antecedentes que éste proporcione, y c) el Estado, a través del Consejo de Defensa del Estado. El ejercicio de la acción ambiental no obsta a que sea el directamente afectado quien interponga la acción indemnizatoria ordinaria.

En el párrafo II se establecen importantes normas de tipo procesal, disponiéndose que las causas se tramitarán conforme al procedimiento sumario; los peritajes se practicarán conforme a ciertas reglas especiales; y la prueba se apreciará conforme a las reglas de la sana crítica, siendo admisible cualquier medio de prueba, además de los señalados en el Código de Procedimiento Civil.

d) Título IV: De la Fiscalización

Este título entrega a los organismos del Estado que les corresponda participar en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) la fiscalización del cumplimiento de las normas y condiciones sobre la base de las cuales se ha aprobado un Estudio o una Declaración de Impacto Ambiental. En caso de incumplimiento de tales normas, se pueden solicitar sanciones, sin perjuicio de las acciones civiles o penales que procedan.

Se otorga a las Municipalidades la facultad de recibir las denuncias que formulen los ciudadanos por incumplimiento de normas ambientales, preocupándose de su debida tramitación en el órgano fiscalizador competente.

e) Título V: Del Fondo de Protección Ambiental

Se refiere a la normativa aplicable a un fondo que la Comisión Nacional del Medio Ambiente tendrá a su cargo y administrará. El objeto de este fondo será financiar total o parcialmente proyectos o actividades orientados a la protección o reparación del medio ambiente, la preservación de la naturaleza o la conservación del patrimonio ambiental.

f) Título Final: De la Comisión Nacional del Medio Ambiente

Trata sobre la organización de la Comisión Nacional del Medio Ambiente y de las Comisiones Regionales del Medio Ambiente, sus órganos, patrimonio y funciones.

3.1.3 DS N°30/97 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

Con su publicación el 3 de abril de 1997, este Reglamento hace plenamente operativo al SEIA establecido en la Ley 19.300. Ello implica que todos los proyectos contemplados en el artículo 10 de la Ley, previo a su ejecución o modificación, deberán ser evaluados ambientalmente mediante una Declaración de Impacto Ambiental (DIA) o un Estudio de Impacto Ambiental (EIA). Las materias de mayor relevancia que aborda el Reglamento son las siguientes:

- Especifica cuáles son los proyectos o actividades contemplados en el artículo 10 de la Ley 19.300, que tienen la obligación de someterse al SEIA antes de su ejecución o modificación.

- Aclara y desagrega los criterios del artículo 11 de la Ley para determinar la procedencia de los Estudios de Impacto Ambiental.

- Fija el procedimiento administrativo al que deberán ceñirse tanto las Declaraciones de Impacto Ambiental como los Estudios de Impacto Ambiental.

- Establece la lista de permisos considerados como ambientales sectoriales, los que de ser aplicables a algún proyecto, deberán ser incluidos en el documento correspondiente, ya sea un EIA o una DIA.

Se da cumplimiento a las obligaciones establecidas en la normativa ambiental de carácter general mediante el ingreso del proyecto al SEIA y el compromiso de respetar el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación. Lo anterior se manifiesta a través del cumplimiento de la normativa ambiental de carácter específico, vigente y aplicable al proyecto, que se expone a continuación.

3.2 NORMATIVA AMBIENTAL ESPECÍFICA APLICABLE AL PROYECTO

3.2.1 Aire

3.2.1.1 *Resolución N°1215*

Normas Sanitarias Mínimas Destinadas a Prevenir y Controlar la Contaminación Atmosférica
Fecha : 22 de Junio de 1978 (no publicada en el diario oficial)
Ministerio: Salud

Materia

Esta resolución[1] establece las normas primarias de calidad ambiental del aire para los componentes que a continuación se señalan para todo el territorio del país, fijando concentraciones máximas para partículas en suspensión (PTS), anhídrido sulfuroso (SO_2), monóxido de carbono (CO), oxidantes fotoquímicos (O_3) y dióxido de nitrógeno (NO_2).

La Resolución 1215 establece las siguientes concentraciones máximas, como normas primarias de calidad ambiental:

Parámetro	Concentración $\mu g/m^3$ N	Período Promedio
PTS	75 260	Media geométrica anual 24 horas
SO_2	80 365	Media anual 24 horas
CO	10.000 40.000	8 horas 1 hora
O_3	160	1 hora
NO_2	100	Media anual

PTS: Partículas Totales en Suspensión
SO_2: Anhídrido Sulfuroso (Dióxido de Azufre)
CO: Monóxido de Carbono
NO_2: Dióxido de Nitrógeno

[1] El Dictámen 037841 de la Contraloría General de la República, de fecha 17 de noviembre de 1997, establece que la Resolución 1215 sólo se encuentra vigente en lo que se refiere a normas de calidad ambiental.

Relación con el Proyecto

El Proyecto Expansión 110 ktpd generará emisiones de material particulado (polvo) derivadas principalmente de las actividades de construcción de las nuevas instalaciones (movimientos de tierra, tránsito de maquinaria pesada por caminos de tierra, etc.), la operación adicional que implica la expansión (mayor circulación de camiones mineros, mayor operación en botaderos de estéril, plantas de chancado, etc.) y la erosión eólica de las nuevas superficies activas en los botaderos y en la mina.

Los nuevos equipos (de emergencia) generadores de energía, producirán emisiones de gases de combustión, principalmente monóxido de carbono (CO) y óxidos de nitrógeno (NOx), además de material particulado. No existirán otras emisiones relevantes de fuentes fijas.

Cumplimiento

En términos relativos, las emisiones de polvo de la etapa de construcción serán menores que las de la etapa de operación (los movimientos de tierra serán muy inferiores al ritmo de explotación de la mina, que se ampliará en 50 mil toneladas por día, con la correspondiente circulación y operación de maquinaria y camiones). En el Capítulo 6 se presenta una estimación de las emisiones de material particulado generadas por la expansión, en base a factores de emisión de la EPA (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos). Además se presenta la aplicación de un modelo de dispersión atmosférica que permite determinar las concentraciones resultantes en el área de influencia del proyecto.

Fuera del área de operaciones y entorno inmediato, se obtendrán niveles de PTS inferiores al límite establecido por la presente norma. Esto debido a la aplicación y ejecución de las medidas de mitigación y control de polvo descritas en el Capítulo 7 y a las buenas condiciones de ventilación atmosférica de la zona. Además se debe considerar que en el entorno inmediato del área Mina-Planta (donde se generan las emisiones de polvo), no existe población permanente; el campamento de operación se ubica unos 18 km al norte de las instalaciones de proceso, en la cuenca de Coposa.

Collahuasi ha incluido en el diseño de las nuevas instalaciones y obras las medidas de abatimiento de emisiones de material particulado que operan actualmente, de modo de minimizar el efecto en la calidad del aire. Estas medidas incluyen:

- Humectación de caminos y rutas de tierra de alto tráfico, principalmente en los sectores de acceso a la mina y botaderos de estéril.
- Instalación de cubiertas en las correas transportadoras de mineral.

- Implementación de sistemas de supresión de polvo (rociadores y filtros de manga) en chancadores y harneros.
- Aplicación de neblina de agua en puntos de transferencia de mineral.
- Acopios cubiertos para el mineral a tratar.

En el terminal de embarque el galpón de almacenamiento será ampliado manteniendo un recinto cerrado con presión negativa y sistema colector de polvo. Las instalaciones y operaciones de embarque no sufren modificaciones. Se mantiene el diseño que considera correas encapsuladas y sistema de chute telescópico que se introduce en la bodega de los barcos, evitando las emisiones de concentrado.

Por otra parte, un programa de mantención periódica de los equipos generadores de energía asegura que las emisiones de gases no sean significativas.

Fiscalización

Según lo establece el punto número 20 del presente texto reglamentario, corresponde al Servicio Nacional de Salud, actual Servicio de Salud, la fiscalización y sanción de las infracciones a lo dispuesto en la Resolución 1215. Debido a que el Proyecto se encuentra emplazado en la I Región, el órgano competente es el Servicio de Salud de Iquique.

3.2.1.2 *Decreto Supremo N°59/98*

Establece Norma de Calidad Primaria para Material Particulado Respirable MP10.
Fecha de publicación: 25 de mayo de 1998
Ministerio: Secretaría General de la Presidencia

Materia

La presente normativa establece la norma de calidad primaria para material particulado respirable (MP10), define los niveles que determinan las situaciones de emergencia ambiental para dicho contaminante y establece metodologías de pronósticos y mediciones para todo el territorio del país.

Conforme a lo dispuesto en el artículo 2º, la norma de calidad es de ciento cincuenta microgramos por metro cúbico normal (150 µg/m^{3}N) como concentración de 24 horas, la cual sólo puede ser excedida en el 2% de las mediciones efectuadas. Esta norma debe cumplirse en lugares habitados, verificados a través de mediciones en estaciones de monitoreo de material particulado respirable MP10 con representatividad poblacional (EMRP).

Relación con el Proyecto

El Proyecto Expansión 110 ktpd generará emisiones de material particulado respirable (MP10) derivadas principalmente de las actividades de construcción de las nuevas instalaciones, la operación adicional que implica la expansión y la erosión eólica de las nuevas superficies activas en los botaderos y en la mina.

Cumplimiento

En términos relativos, las emisiones de MP10 de la etapa de construcción serán menores que las de la etapa de operación. En el Capítulo 6 se presenta una estimación de las emisiones de material particulado de la operación, en base a factores de emisión de la EPA (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos). Se presenta también la aplicación de un modelo de dispersión atmosférica que permite determinar las concentraciones de MP10 resultantes en el área de influencia del proyecto.

Fuera del área de operaciones y entorno inmediato, se obtendrán niveles de MP10 inferiores al límite establecido por la presente norma. Esto debido a la aplicación y ejecución de las medidas de mitigación y control de polvo indicadas en la norma anterior, y a las buenas condiciones de ventilación atmosférica de la zona. Además se debe considerar que en el entorno inmediato del área Mina-Planta no existe población permanente; el campamento de operación se ubica unos 18 km al norte de las instalaciones de proceso, en la cuenca de Coposa.

El cumplimiento de esta norma es verificado en el sector del campamento (sitio habitado más próximo), a través de un monitoreo ambiental de MP10.

Fiscalización

Según se dispone en el artículo 11, corresponde a los Servicios de Salud fiscalizar el cumplimiento de las disposiciones de la presente norma. En este caso, el Servicio de Salud competente es el de Iquique.

3.2.1.3 Decreto Supremo N°144/61

Establece Normas para Evitar Emanaciones o Contaminantes Atmosféricos de Cualquier Naturaleza
Fecha de Publicación: 18 de mayo de 1961
Ministerio: Salud

Materia

El presente decreto constituye uno de los cuerpos normativos más antiguos en Chile en lo que a protección de la calidad del aire se refiere. Contiene una amplia gama de disposiciones destinadas a evitar la contaminación atmosférica, entre las cuales destaca el artículo 1, el que señala que "los gases, vapores, humos, polvo, emanaciones o contaminantes de cualquier naturaleza, producidos en cualquier establecimiento fabril o lugar de trabajo, deberán captarse o eliminarse en forma tal que no causen peligros, daños o molestias al vecindario".

Relación con el Proyecto

El Proyecto Expansión 110 ktpd generará emisiones de material particulado (polvo) derivadas principalmente de las actividades de construcción de las nuevas instalaciones, la operación adicional que implica la expansión y la erosión eólica de las nuevas superficies activas en los botaderos y en la mina.

Los nuevos equipos generadores de energía (de operación eventual) producirán emisiones de gases de combustión, principalmente monóxido de carbono (CO) y óxidos de nitrógeno (NOx), además de material particulado. No existirán otras emisiones relevantes de fuentes fijas.

Cumplimiento

En la sección 2.3.7 de la Descripción de Proyecto (Capítulo 2) y la sección 7.2.3 de Medidas de Mitigación (Capítulo 7) se señalan las medidas de captación o abatimiento de polvo y gases contempladas para evitar peligros, daños o molestias a la comunidad, tanto en la etapa de construcción como en la etapa de operación del Proyecto. Entre ellas destacan:

- Estabilización de caminos internos principales, mediante cloruro de magnesio u otro producto adecuado.
- Riego periódico de rutas de circulación secundarias (caminos de tierra internos).

- Filtros de manga en las instalaciones de chancado y en los puntos de traspaso del mineral.
- Acopios cubiertos para el mineral a tratar.

En el terminal de embarque el galpón de almacenamiento será ampliado manteniendo un recinto cerrado con presión negativa y sistema colector de polvo. Las instalaciones y operaciones de embarque no sufren modificaciones. Se mantiene el diseño que considera correas encapsuladas y sistema de chute telescópico que se introduce en la bodega de los barcos, evitando las emanaciones de concentrado.

Además, un programa de mantención periódica de los equipos generadores de energía, asegura que sus emisiones de gases no sean significativas.

Fiscalización

Según lo establece el artículo 8 del presente texto reglamentario, corresponderá al Servicio Nacional de Salud, actual Servicio de Salud, vigilar el cumplimiento de todas las disposiciones a que se refiere dicho texto. Debido a que el proyecto se encuentra emplazado en la I Región, el órgano competente es el Servicio de Salud de Iquique.

3.2.1.4 *Decreto Supremo N°146/98*

Reglamento sobre Niveles Máximos Permisibles de Ruidos Molestos Generados por Fuentes Fijas
Fecha de Publicación: 17 de abril de 1998
Ministerio: Secretaría General de la Presidencia

Materia

Establece los niveles máximos permisibles de presión sonora corregidos y los criterios técnicos para evaluar y calificar la emisión de ruidos molestos generados hacia la comunidad por fuentes fijas.

Los niveles de presión sonora establecidos en este decreto rigen en el radio urbano de una comuna, aplicándose el estándar de calidad sonora de la zona afectada por los ruidos molestos de acuerdo al uso del suelo fijado por el plan regulador comunal. En las áreas rurales, los niveles de presión sonora corregidos que se obtengan de la emisión de una fuente fija emisora de ruido, medidos en el lugar donde se encuentre el receptor, no podrán superar al ruido de fondo en 10 dB(A) o más.

Relación con el Proyecto

El desarrollo del Proyecto Expansión 110 ktpd implicará emisiones adicionales de ruido tanto en la etapa de construcción como de operación. Las principales fuentes fijas de ruido del proyecto serán: la operación de maquinaria, el mayor requerimiento de operación del chancador primario y el aumento en las tronaduras en la mina (esporádicas). Las demás fuentes de ruido del proceso, estarán dentro de los edificios industriales, por lo cual no serán relevantes desde el punto de vista ambiental. El proyecto se ubica en una zona rural, por lo que es aplicable el límite de 10 dB(A) sobre el nivel de fondo.

Cumplimiento

En el Capítulo 6 se presenta la evaluación del impacto de las emisiones de ruido de la etapa de **operación** ampliada, que corresponde a un escenario de mayor emisión que la construcción. El modelo demuestra que se dará cumplimiento a la normativa vigente en esta materia. En términos generales, los aumentos de nivel de ruido son de 3 dB o menos.

Fiscalización

El artículo primero Nº2 dispone que corresponderá a los Servicios de Salud del país fiscalizar el cumplimiento de las disposiciones de la presente norma, sin perjuicio de las atribuciones específicas que correspondan a los demás organismos públicos con competencia en la materia. En este caso, el Servicio de Salud competente es el de Iquique.

3.2.1.5 *Decreto Supremo Nº686*

Norma de Emisión para la Regulación de la Contaminación Lumínica
Fecha de Publicación: 2 de Agosto de 1999
Ministerio: Economía

Materia

La presente norma tiene por objetivo prevenir la contaminación lumínica de los cielos nocturnos de la I, II, III y IV Regiones, de manera de proteger la calidad astronómica de dichos cielos, mediante la regulación de la emisión lumínica. Se espera conservar la calidad actual de los cielos señalados y evitar su deterioro futuro.

Establece la cantidad máxima permitida de emisión lumínica hacia los cielos nocturnos, medida en el efluente de la fuente emisora. Para ello distingue entre lámparas cuyo flujo luminoso nominal sea mayor o menor a 15.000 lúmenes. En el primer caso, no podrán emitir un flujo hemisférico superior que exceda del 1,8% de su flujo luminoso nominal. En el segundo caso, el límite máximo será de 0,8%.

Las fuentes nuevas deberán cumplir con esta norma de emisión en el momento que sean instaladas.

Relación con el Proyecto

El Proyecto se emplazará en la I Región y por considerar actividades nocturnas hará uso de iluminación artificial.

Cumplimiento

A continuación se describen las medidas consideradas por el Proyecto para dar cumplimiento a la presente normativa:

- Todo el alumbrado nuevo contará con un cono o pantalla direccional que enfocará el haz de luz hacia el suelo.
- Las lámparas y luminarias nuevas serán instaladas al interior del cono o pantalla, en un ángulo tal que asegure que no se sobrepasarán los porcentajes máximos de emisión al cielo.
- Entre las 01:00 y las 06:00 horas se aplicará un plan de reducción de las lámparas encendidas, a objeto de aminorar la emisión de luz; y
- Se privilegiará la instalación de lámparas de sodio en reemplazo de las de mercurio.

Fiscalización

El organismo del Estado competente para fiscalizar el cumplimiento de la presente norma será la Superintendencia de Electricidad y Combustibles. Asimismo, corresponderá a las Municipalidades colaborar en su fiscalización.

3.2.2 Agua

3.2.2.1 *Ley Nº 3.133*

Neutralización de los Residuos Provenientes de Establecimientos Industriales
Fecha de publicación: 7 de septiembre de 1916
Ministerio: Obras Públicas

Materia

La Ley Nº 3.133 prohibe a los establecimientos industriales, sean mineros, metalúrgicos, fabriles o de cualquier otra especie, verter en los acueductos, cauces artificiales o naturales, que conduzcan aguas o en vertientes, lagos, lagunas o depósitos de agua, los residuos líquidos de su funcionamiento, que contengan sustancias nocivas a la bebida o al riego, sin previa neutralización o depuración de tales residuos por medio de un sistema adecuado y permanente.

Relación con el Proyecto

El Proyecto Expansión 110 ktpd implicará aumentar la generación de residuos líquidos, específicamente los siguientes: aguas de lavado de maquinaria en talleres de mantención, aguas provenientes de la planta de filtros y aguas de relaves. Además aumenta la superficie de estériles en el sector de la Quebrada de Huinquintipa, con lo cual aumenta la posibilidad el drenaje de los botaderos.

Cumplimiento

Durante la etapa de operación del Proyecto Expansión 110 ktpd se mantendrá el actual manejo de las aguas de lavado de maquinarias del taller de la planta de procesos. Estas instalaciones permiten un manejo adecuado de las aguas de lavado, incluyendo:

a) Recolección del agua de lavado en un estanque acumulador/decantador a través de canaletas ubicadas en el piso de concreto del taller de mantención.
b) Envío del agua clara al sistema de lavado de maquinaria para su reutilización.
c) Envío de la fracción sólida al relleno sanitario; y
d) Recuperación de aceites y lubricantes usados, acumulación de los mismos en estanque de almacenamiento, y devolución a proveedores.

No se descargan aguas residuales al ambiente desde los talleres de mantención.

El Proyecto Expansión 110 ktpd generará aproximadamente 5 L/s de nuevas aguas de filtración en el área de las instalaciones portuarias, con características muy similares a las actuales (ver sección 2.2). Estas aguas serán conducidas hasta nuevas piscinas de evaporación que se construirán al noreste de la planta de filtros. Las piscinas contarán con carpeta impermeable, de tal forma que no existirán descargas al ambiente.

Por su parte, las aguas de relave son recirculadas a la planta concentradora desde la laguna de clarificación del tranque de relaves.

Por último, a fin de prevenir y controlar la generación de drenajes ácidos en los botaderos de estériles y depósitos de minerales de baja ley, el proyecto ha incorporado las siguientes medidas en su diseño:

- En la base de los depósitos y botaderos que reciben roca con potencial de generar drenajes ácidos se coloca previamente una capa de material neutro (sin potencial de generar acidez), específicamente en los sectores de quebradas y/o áreas de afloramiento de aguas subterráneas, donde las aguas pueden entrar en contacto con el material dispuesto. De esta forma, se evita que la roca ácida potencialmente oxidada sea lixiviada por los escurrimientos de agua. Este material actúa como neutralizante ante el eventual flujo de agua ácida.

- Se lleva a cabo un monitoreo preventivo permanente de calidad del agua, específicamente en la Quebrada Huinquintipa, la cual recibe las aguas que se generan en los sectores aledaños a los depósitos destinados al material estéril y al mineral de baja ley del rajo Rosario.

- En forma adicional, para asegurar el óptimo control y manejo adecuado de estos eventuales drenajes en los botaderos situados en sectores cercanos a la Quebrada Huinquintipa, se habilitarán diques o canales revestidos para desviar las aguas superficiales de esta quebrada hacia piscinas de acumulación totalmente impermeabilizadas, con capacidad para acumular 150.000 m3. Si las aguas no evidencian variaciones de calidad debido a drenajes ácidos de los botaderos, éstas serán devueltas al cauce natural, en su misma cantidad, aguas abajo de las obras. Para la realización de tales obras Collahuasi presentará el respectivo proyecto de ingeniería a la Dirección General de Aguas regional. El manejo del agua acumulada se describe en la sección 7.4.3 del Plan de Contingencias (Capítulo 7).

Fiscalización

Por disposición de la Ley 18.902, el control de los residuos industriales líquidos que trata la Ley 3.133 corresponde a la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS).

3.2.2.2 *Decreto Supremo N°351/92*

Aprueba Reglamento para la Neutralización y Depuración de los Residuos Líquidos Industriales a que se refiere la Ley N°3.133.
Fecha de Publicación: 23 de febrero de 1993
Ministerio: Obras Públicas

Materia

Se prohibe a los establecimientos vaciar residuos industriales líquidos (RILES) u otras sustancias nocivas al riego o a la bebida en acueductos, cauces naturales o artificiales, superficiales o subterráneos, que conduzcan aguas, o en vertientes, lagos, lagunas, depósitos de agua, o terrenos que puedan filtrar la napa subterránea, sin la autorización del Presidente de la República, otorgada por decreto del Ministerio de Obras Públicas, previo informe favorable de la Superintendencia de Servicios Sanitarios. Igual autorización será necesaria para los establecimientos cuyos RILES u otras sustancias que descarguen en redes de alcantarillado, puedan dañar los sistemas de recolección, de tratamiento de aguas servidas, o contravengan las normas vigentes sobre la calidad de los efluentes, aún cuando no sean nocivas a la bebida o al riego.

Los establecimientos mineros o metalúrgicos extractivos que vacíen RILES en cualquier cauce natural o artificial, de dominio público o privado, además de cumplir con los requisitos que exige el Código de Aguas, deberán obtener la autorización del sistema de tratamiento de sus RILES, en la forma que señala este Reglamento, acompañando a su solicitud todos los antecedentes que permitan establecer que el sistema de tratamiento de tales residuos no representa peligro alguno de contaminación de las aguas ni de terrenos vecinos.

Relación con el Proyecto

Tal como se indicó en la sección 3.2.2.1, el Proyecto Expansión 110 ktpd no considera la descarga al ambiente de aguas de proceso o residuales; las aguas son recirculadas y aprovechadas en el proceso cuando ello es posible, o bien son eliminadas por evaporación.

Cumplimiento

Las medidas previstas para manejar adecuadamente los eventuales drenajes ácidos fueron señaladas en la sección 3.2.2.1. Entre estas, se incluye la construcción de obras de intercepción y acumulación de escorrentías superficiales de la Quebrada de Huinquintipa, el monitoreo de la calidad de las aguas acumuladas (pH, conductividad y metales), utilización de éstas en el proceso minero. Si las aguas no evidencian variaciones de calidad debido a drenajes ácidos de los botaderos, éstas serán devueltas al cauce natural, en su misma cantidad, aguas abajo de las obras.

Collahuasi someterá oportunamente el documento de permiso de dicha planta de tratamiento, según lo dispuesto en la presente norma (ver sección 3.4.5, permiso del artículo 89 del Decreto Supremo 30/97).

Fiscalización

La fiscalización del cumplimiento de lo establecido por este decreto corresponde a la Superintendencia de Servicios Sanitarios.

3.2.2.3 *Decreto con Fuerza de Ley N°725 (Código Sanitario)*

Fecha de publicación: 31 de enero de 1968
Ministerio: Salud

Materia

El artículo 73 del Código Sanitario prohibe la descarga de las aguas servidas a ríos o lagunas, o en cualquier otra fuente o masa de agua que sirva para proporcionar agua potable a alguna población, para riego o balneario, sin que antes se proceda a su depuración en la forma que se señale en los reglamentos.

Relación con el Proyecto

El Proyecto Expansión 110 ktpd requiere una ampliación del campamento existente y la implementación de diversas instalaciones operacionales donde laborará el personal de la empresa y contratistas. Esto implica que se generarán aguas servidas adicionales, tanto en la etapa de construcción como en la de operación. La operación ampliada también implicará aumentar la generación de aguas servidas en la planta de procesos del área Mina-Planta.

Cumplimiento

Las aguas servidas generadas en los servicios higiénicos serán tratadas y dispuestas de la siguiente forma:

- Serán enviadas a las plantas de tratamiento que operan actualmente en el área (tratamiento por aireación). El efluente tratado de la planta continuará siendo utilizado en el riego de áreas verdes.

- El área del nuevo chancador primario y de los nuevos talleres de mantención de la mina contarán con servicios higiénicos. Además habrá un sector de comedor y sala de cambios en el área de talleres. Las aguas servidas generadas en estas instalaciones serán tratadas en una nueva planta de tratamiento modular. El efluente de esta planta de tratamiento de aguas servidas será aplicado en el riego de áreas verdes o infiltrada en el terreno.

- Los lodos generados por el funcionamiento de todas las plantas de tratamiento de aguas servidas serán enviados al relleno sanitario.

- Las aguas servidas generadas en el área de Instalaciones Portuarias serán enviadas a la planta de tratamiento actualmente en operación, la cual cuenta con la capacidad necesaria para absorber el aumento de personal en esta área de trabajo .

Tanto para el área Mina-Planta como en el área de Instalaciones Portuarias, no se anticipa la necesidad de ampliar la capacidad actual de las plantas de tratamiento de aguas servidas.

Fiscalización

De acuerdo con el inciso segundo del artículo 73, la autoridad sanitaria podrá, sin perjuicio de lo establecido en el libro décimo[2], ordenar la inmediata suspensión de dichas descargas y exigir la ejecución de sistemas de tratamientos satisfactorios destinados a impedir toda contaminación. En este caso, el Servicio de Salud competente es el de Iquique.

[2] Se refiere a los procedimientos y sanciones, y dispone que la autoridad sanitaria podrá practicar la inspección y registro de cualquier sitio con el objeto de velar por la debida aplicación del presente Código y de sus reglamentos, decretos y resoluciones.

3.2.2.4 *Decreto Supremo N°735/69*

Reglamento de los Servicios de Agua Destinados al Consumo Humano
Fecha de publicación: 19 de diciembre de 1969
Ministerio: Salud

Materia

Establece que todo servicio de agua potable deberá proporcionar agua de buena calidad en cantidad suficiente para abastecer satisfactoriamente a la población que le corresponde atender, debiendo además asegurar la continuidad del suministro contra interrupciones ocasionadas por fallas de sus instalaciones o de su explotación.

En cuanto a la calidad del agua, establece concentraciones máximas de sustancias o elementos químicos que pueda contener el agua para consumo humano y establece procesos de tratamiento para que el agua sea considerada apta para el consumo humano.

Relación con el Proyecto

El Proyecto Expansión 110 ktpd requiere ampliar el campamento existente y diversas instalaciones donde laborará el personal de la empresa y contratistas. Esto implica que se requerirá aumentar la provisión de agua potable, tanto en la etapa de construcción como en la de operación. Esta agua requiere tratamiento previo a su distribución.

Cumplimiento

En el área Mina-Planta el agua potable para la etapa de construcción se obtendrá desde los pozos ubicados en el Salar de Coposa, y será tratada antes de su distribución en la planta que existe actualmente en el área del campamento de operaciones, la cual tiene capacidad suficiente, incluso para el período punta.

Para las actividades de construcción que se desarrollen en el área del mineroducto se contempla suministrar agua potable embotellada.

El abastecimiento de agua potable en el área de Instalaciones Portuarias se realizará mediante el actual sistema, el cual cuenta con capacidad suficiente.

El actual sistema de tratamiento que opera en las instalaciones de faena posee una capacidad suficiente para abastecer de agua potable tanto la etapa de operación como la etapa de construcción, por lo que no se requerirá de sistemas adicionales.

Fiscalización

Corresponde al Servicio Nacional de Salud (actual Servicio de Salud) comprobar las condiciones sanitarias de todo servicio de agua potable, vigilar su funcionamiento y hacer cumplir las disposiciones del presente Reglamento.

3.2.2.5 *Norma Chilena Nº409*

Norma de Calidad de Agua para Uso Potable
Fecha de publicación: 16 de enero de 1984
Ministerio: Salud

Materia

Esta norma técnica establece los requisitos físicos, químicos, radiactivos y bacteriológicos que debe cumplir el agua potable para consumo humano. La norma se aplica al agua potable proveniente de cualquier sistema de abastecimiento.

Relación con el Proyecto

El Proyecto Expansión 110 ktpd requiere ampliar el campamento existente y diversas instalaciones donde laborará el personal de la empresa y contratistas. Esto implica que se requerirá aumentar la provisión de agua potable, tanto en la etapa de construcción como de operación. Esta agua requiere tratamiento previo a su distribución.

Cumplimiento

En el área Mina-Planta el agua potable para la etapa de construcción se obtendrá desde los pozos ubicados en el Salar de Coposa, y será tratada antes de su distribución en la planta que existe actualmente en el área del campamento de operaciones, la cual tiene capacidad suficiente, incluso para el período punta.

Para las actividades de construcción que se desarrollen en el área del mineroducto se contempla suministrar agua potable embotellada.

El abastecimiento de agua potable en el área de Instalaciones Portuarias se realizará mediante el actual sistema, el cual cuenta con capacidad suficiente.

El actual sistema de tratamiento que opera en las instalaciones de faena posee una capacidad suficiente para abastecer de agua potable tanto la etapa de operación como la etapa de construcción, por lo que no se requerirá de sistemas adicionales.

Fiscalización

El control de la calidad del agua potable corresponde al Servicio de Salud respectivo, en este caso el de Iquique.

3.2.2.6 *Norma Chilena Nº1.333*

Norma de Calidad de Agua para Diferentes Usos
Fecha de publicación: 15 de Junio de 1978
Ministerio: Obras Públicas

Materia

La presente norma técnica tiene por objeto proteger y preservar la calidad de las aguas de la degradación producida por la contaminación con residuos de cualquier tipo u origen.

Para tales efectos, la norma distingue diferentes usos de las aguas a proteger. Dichos usos específicos dicen relación con las aguas destinadas a la vida acuática, riego, bebida de animales y recreación.

Para cada uno de los citados usos la norma establece las concentraciones máximas permitidas.

Relación con el Proyecto

Tal como se indicó en la sección 3.2.2.1, el Proyecto Expansión 110 ktpd no considera la descarga al ambiente de aguas de proceso o residuales; las aguas son recirculadas y aprovechadas en el proceso cuando ello es posible, o bien son eliminadas por evaporación.

Cumplimiento

El adecuado manejo de las aguas del Sector de la Quebrada Huinquintipa permitirá dar cumplimiento a la presente norma, la cual será verificada mediante monitoreo de la calidad de las aguas.

Fiscalización

Por disposición de la Ley 18.902 el control de los residuos industriales líquidos está radicado en la Superintendencia de Servicios Sanitarios.

3.2.2.7 *Decreto con Fuerza de Ley Nº1.122*

Código de Aguas
Fecha de Publicación: 29 de octubre de 1981
Ministerio: Obras Públicas

Materia

El artículo 294 letra a) establece que se requerirá la aprobación del Director General de Aguas para la construcción de los embalses de capacidad superior a 50 mil metros cúbicos o cuyo muro tenga más de 5 metros de altura. Según el artículo 36, inciso segundo, se entiende por embalse toda obra artificial donde se acopian aguas.

Relación con el Proyecto

El Proyecto Expansión 110 ktpd considera construir tres piscinas de evaporación del proyecto original para la eliminación del agua de filtración del concentrado en el sector de Punta Patache, ubicadas junto a la piscina existente, unos 5 km al noreste de la planta de filtros. Cada piscina abarcará un área de aproximadamente 118.000 m² y tendrá un volumen de acumulación de 118.000 m³. Los pretiles de la piscina se construirán con material de empréstito del lugar, mediante excavación y relleno.

Cumplimiento

Previo al inicio de las faenas de construcción asociadas a las nuevas piscinas, Collahuasi solicitará la autorización respectiva al Director General de Aguas.

Fiscalización

Corresponde a la DGA ejercer la policía y vigilancia de las aguas en los cauces naturales de uso público, y otorgar las autorizaciones correspondientes a las modificaciones de cauces naturales y construcción de obras hidráulicas.

3.2.3 Suelos

3.2.3.1 *Decreto Supremo N°745/92*

Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en Los Lugares de Trabajo
Fecha de publicación: 8 de Junio de 1993
Ministerio: Salud

Materia

El artículo 18 del presente texto normativo señala que las empresas que realicen el tratamiento o disposición final de sus residuos industriales fuera o dentro de su predio, sea directamente o a través de la contratación de terceros, deberán presentar a la autoridad sanitaria, previo al inicio de tales actividades, los antecedentes que acrediten que tanto el transporte, el tratamiento, como la disposición final es realizada por personas o empresas debidamente autorizadas por los Servicios de Salud correspondientes.

En tanto, el artículo 19 dispone que en todos los casos, sea que el tratamiento y/o disposición final de los residuos industriales se realice fuera o dentro del predio industrial, la empresa, previo al inicio de tales actividades, deberá presentar a la autoridad sanitaria una declaración en que conste la cantidad y calidad de los residuos industriales que genere, diferenciando claramente los residuos industriales peligrosos.

Relación con el Proyecto

Producto de la construcción y operación del Proyecto Expansión 110 ktpd, aumentarán las cantidades generadas de residuos sólidos, los cuales, según sus características, serán enviados al botadero de residuos sólidos domésticos, al de residuos sólidos industriales inertes, o bien al de residuos peligrosos que opera Collahuasi en faena.

Cumplimiento

Los residuos domésticos adicionales serán generados principalmente en el área Mina-Planta, y serán dispuestos en el relleno sanitario que se opera actualmente en el sector de Coposa. Los desechos sólidos domésticos generados en el área Instalaciones Portuarias serán enviados al vertedero municipal de Iquique. No se anticipa la necesidad de ampliar el actual relleno sanitario del área Mina-Planta; sin embargo, si durante la vida útil del Proyecto Expansión 110 ktpd surgiera esta necesidad, se procederá a ampliar las instalaciones existentes previa obtención de los permisos pertinentes.

La operación ampliada implicará aumentar la tasa de generación de residuos sólidos industriales (inertes) en aproximadamente 1.600 m^3 por año, totalizando unos 3.600 m^3 anuales. Al cabo de la vida útil del proyecto se generarán aproximadamente 90.000 m^3 de residuos sólidos industriales. Los residuos tales como cartones, maderas, escombros, pallets, gomas y papeles, serán enviados al depósito existente en el área Mina-Planta. En el caso del área Instalaciones Portuarias, los residuos serán enviados junto con los residuos domésticos al vertedero municipal de Iquique. Algunos residuos con valor comercial, como chatarra, podrán serán retirados de las áreas del proyecto para su comercialización o entregados a empresas de reciclaje de materiales.

La operación ampliada implicará aumentar proporcionalmente la generación de residuos peligrosos asociados a la planta concentradora. Los residuos serán generados principalmente en el área Mina-Planta, y serán dispuestos en el depósito de seguridad que Collahuasi opera actualmente, el cual cuenta con autorización por parte del Servicio de Salud de Iquique. No se anticipa la necesidad de ampliar el actual depósito de residuos peligrosos; sin embargo, si durante la vida útil del Proyecto Expansión 110 ktpd surge esta necesidad, se procederá a ampliar las instalaciones existentes previa obtención de los permisos pertinentes.

Los residuos peligrosos generados en el área Instalaciones Portuarias serán almacenados provisoriamente y luego enviados al depósito del área Mina-Planta tal como se hace en la actualidad.

Fiscalización

Corresponde al Servicio de Salud fiscalizar y controlar el cumplimiento de las disposiciones del presente reglamento, en este caso el de Iquique.

3.2.4 Medio Ambiente Biótico

3.2.4.1 *Ley Nº 4.601*

Ley de Caza (Su nuevo texto fue fijado por la Ley Nº 19.473)
Fecha de Publicación: 27 de Septiembre de 1996
Ministerio: Agricultura

Materia

Regula la caza, captura, crianza, conservación y utilización sustentable de animales de la fauna silvestre, con excepción de las especies y los recursos hidrobiológicos, cuya preservación se rige por la ley Nº18.892 General de Pesca y Acuicultura.

Además, prohibe en todo el territorio de la nación la caza o captura de ejemplares de la fauna silvestre catalogados como especies en peligro de extinción, vulnerables, raras y escasamente conocidas, así como las especies catalogadas como beneficiosas para la actividad silvoagropecuaria, para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales o que presenten densidades poblacionales reducidas.

Además, la Ley de Caza prohibe en toda época levantar nidos, destruir madrigueras o recolectar huevos y crías, con excepción de las especies declaradas dañinas.

Relación con el Proyecto

En las áreas de influencia del proyecto existe fauna silvestre, incluyendo especies en categorías de conservación (ver Capítulo 5).

Cumplimiento

Con el fin de evitar efectos adversos sobre la fauna, tanto terrestre como acuática, Collahuasi aplica actualmente las siguientes medidas, extensibles al proyecto de expansión:

- Está prohibida la introducción de animales domésticos al área del proyecto y campamento.
- Los sectores de interés, como por ejemplo la Laguna Jachu-Coposa, cuenta con la señalética adecuada previniendo acciones que pudieran afectar a la biota existente.
- Collahuasi lleva a cabo investigaciones de fauna, particularmente asociada al área de vegas y bofedales del área Mina-Planta, para evaluar científicamente la factibilidad de repoblación y aumento de extensiones de hábitats.
- Existe prohibición de caza y en general de cualquier acción que pueda afectar la fauna o sus hábitats.

Fiscalización

De acuerdo con el artículo 28 de la Ley, corresponde al Servicio Agrícola y Ganadero fiscalizar el cumplimiento de esta ley y su reglamento.

3.2.4.2 *DS 5/98*

Reglamento de la Ley de Caza
Fecha de Publicación: 7 de diciembre de 1998
Ministerio: Agricultura

Materia

Este Reglamento regula, entre otras materias, la prohibición de la caza o captura en todo el territorio de aquellas especies de anfibios, reptiles, aves y mamíferos que indica. A su vez, autoriza la caza en ciertos casos y para ello divide al país en diferentes zonas, respecto de las cuales indica cuotas máximas de caza por jornada y por cazador. Además, establece que ciertas especies de fauna silvestre son perjudiciales o dañinas y pueden ser cazadas o capturadas en cualquier época del año, en todo el territorio nacional y sin limitación de número de piezas.

Relación con el Proyecto

En la zona del proyecto existe fauna silvestre, incluyendo especies en categoría de conservación.

Cumplimiento

Con el fin de evitar efectos adversos sobre la fauna, tanto terrestre como acuática, Collahuasi aplica actualmente las siguientes medidas, extensibles al proyecto de expansión:

- Está prohibida la introducción de animales domésticos al área del proyecto y campamento.
- Los sectores de interés, como por ejemplo la Laguna Jachu-Coposa, cuenta con la señalética adecuada previniendo acciones que pudieran afectar a la biota existente.
- Collahuasi lleva a cabo investigaciones de fauna, particularmente asociada al área de vegas y bofedales del área Mina-Planta, para evaluar científicamente la factibilidad de repoblación y aumento de extensiones de hábitats.
- Existe prohibición de caza y en general de cualquier acción que pueda afectar la fauna o sus habitantes.

Fiscalización

De acuerdo con el artículo 28 de la Ley, corresponde al Servicio Agrícola y Ganadero fiscalizar el cumplimiento de esta ley y su reglamento.

3.2.5 Componente Cultural

3.2.5.1 *Ley N°17.288*

Ley sobre Monumentos Nacionales
Fecha de Publicación: 4 de Febrero de 1970
Ministerio: Educación

Materia

Define y entrega a la tuición del Consejo de Monumentos Nacionales (Consejo) a los denominados Monumentos Nacionales, y dentro de éstos distingue los Monumentos Históricos, Públicos y Arqueológicos y los Santuarios de la Naturaleza declarados como tales a proposición del Consejo.

El artículo 21 señala que por el solo ministerio de la Ley son Monumentos Arqueológicos de propiedad del Estado, los lugares, ruinas, yacimientos y piezas antropo-arqueológicas que existan sobre o bajo la superficie del territorio nacional, incluidas las piezas paleontológicas.

En tanto, el artículo 26 de la ley señala que, independientemente del objeto de la excavación, toda persona que encuentre ruinas, yacimientos, piezas u objetos de carácter histórico, antropológico o arqueológico, está obligada a denunciarlo inmediatamente al Gobernador de la Provincia, quien ordenará que Carabineros se haga responsable de su vigilancia hasta que el Consejo se haga cargo de los hallazgos.

Además, establece limitaciones a la ejecución de obras que puedan afectar a los Monumentos Nacionales, exigiendo para estos casos autorización previa del Consejo.

Relación con el Proyecto

En el Capítulo 5 de Línea Base, se reseña la existencia de un total de aproximadamente 85 sitios arqueológicos en el área Mina-Planta, de los cuales destacan por su relevancia el Tambo Inca de Collahuasi y las instalaciones mineras históricas de La Grande y La Poderosa. En el trazado del mineroducto no se registra la existencia de sitios arqueológicos. En el sector de Punta Patache se han identificado un total de 15 sitios arqueológicos (ver Capítulo 5).

Cumplimiento

De acuerdo a lo señalado en los Capítulos 5 y 6 de este EIA, las áreas que ocuparán las nuevas instalaciones y obras comprometen la afectación de 100 sitios arqueológicos. Como medida de protección del patrimonio cultural, el proyecto tiene contemplado aplicar la siguiente medida durante el período de construcción:

- En tales sitios, en caso de presentarse algún hallazgo arqueológico adicional durante la ejecución de excavaciones o movimientos de tierra en las áreas de trabajo (incluyendo el trazado del nuevo mineroducto), se detendrán inmediatamente las faenas o actividades que se estén realizando en el lugar del hallazgo.

- El hecho se comunicará a las autoridades pertinentes y se requerirá la elaboración de un plan de acción por parte de un arqueólogo, definido por el Consejo de Monumentos Nacionales, el cual será presentado a la autoridad para su revisión y aprobación.

- Luego se ejecutará el plan aprobado por la autoridad.

Fiscalización

De acuerdo con el artículo 8 de la Ley, las autoridades civiles, militares y de Carabineros tendrán la obligación de cooperar con el cumplimiento de las funciones y resoluciones que adopte el Consejo de Monumentos Nacionales, en relación con la conservación, cuidado y vigilancia de los Monumentos Nacionales.

3.2.6 Transporte e Infraestructura

3.2.6.1 *Decreto Supremo N°158/81*

Establece Límite de Pesos por Eje y Límites de Peso Bruto Total
Fecha publicación: 7 de Abril de 1980
Ministerio: Obras Públicas

Materia

Con el objeto de evitar el deterioro prematuro del pavimento de calles y caminos, la Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas, por medio del presente Decreto Supremo, estableció los límites de peso máximo por ejes con que los vehículos de carga podrán circular por los caminos del país. Los siguientes cuadros indican los límites de este decreto:

LÍMITE DE PESOS POR EJE (*)

Eje	Ruedas	Límite (toneladas)
Simple	Simples	7
Simple	Dobles	11
Doble	Simples	14
Doble	Simples y Dobles	16
Doble	Dobles	18
Triple	Simples	19
Triple	2 Dobles + 1 Simple	23
Triple	Dobles	25

(*) Decreto MOP Nº158, 29 de enero de 1981

LÍMITE DE PESOS BRUTO TOTAL

Longitud Vehículo (m)	Peso Bruto Total (toneladas)
Menor que 13	39
Entre 13 y 15	42
Mayor que 15	45

Relación con el Proyecto

El Proyecto Expansión 110 ktpd requiere la utilización de camiones para el transporte de materiales de construcción, estructuras, equipos, insumos y productos, los que circularán por caminos públicos.

Cumplimiento

Tal como en la operación actual, los camiones a utilizar se ajustarán a los pesos límite establecidos en este decreto. No obstante, algunos de los equipos de proceso, por su tamaño y/o peso, deberán ser trasladados en camiones especialmente acondicionados, cumpliendo las exigencias de la Dirección de Vialidad en cuanto a peso total, peso por eje y gálibos permitidos. En este caso, normalmente es necesario ejecutar obras provisionales tales como retiro temporal de luminarias, cables eléctricos y telefónicos. Estas actividades, en caso de requerirse, se coordinarán con las autoridades municipales y policiales y con los servicios correspondientes, con los que se acordarán las medidas de seguridad a adoptar en cada caso, como es habitual en este tipo de actividades.

Fiscalización

Carabineros de Chile y los Inspectores Fiscales de la Dirección de Vialidad del MOP fiscalizan el cumplimiento de las disposiciones del presente decreto.

3.2.6.2 *Resolución N°11/91*

Establece dimensiones máximas a vehículos que indica
Fecha de Publicación: 8 de Marzo de 1991
Ministerio: Transportes y Telecomunicaciones

Materia

Establece que los vehículos que circulen en la vía pública no podrán exceder de las dimensiones que indica, en cuanto al ancho, largo y alto máximo. La Dirección de Vialidad podrá autorizar, en casos calificados, la circulación de vehículos que excedan las dimensiones establecidas como máximas, autorización que deberá ser comunicada a Carabineros de Chile.

No se pueden exceder las siguientes dimensiones, descontando los espejos retrovisores exteriores y sus soportes:

a) Ancho máximo exterior, con o sin carga:

a.1) Buses	2,60 m
a.2) Todos los demás	2,50 m

b) Alto máximo, con o sin carga, desde el nivel del suelo 4,12 m

c) Largo máximo, considerado entre los extremos anterior y posterior del vehículo:

c.1) Bus	13,20 m
c.2) Bus articulado	18,0 m
c.3) Camión de 2 ejes	10,0 m
c.4) Camión de 3 o más ejes	11,0 m
c.5) Semirremolque	13,75 m
c.6) Remolque	11,0 m
c.7) Tracto-camión con semirremolque	17,0 m
c.8) Camión con remolque o cualquier otra combinación	20,0 m

Relación con el Proyecto

El Proyecto Expansión 110 ktpd contempla un aumento en la circulación de buses y camiones para el transporte de personal, equipos e insumos, los que utilizarán caminos públicos. Se requerirá transportar ciertos equipos mineros y estructuras que excederán las dimensiones reglamentadas.

Cumplimiento

Los camiones a utilizar se ajustarán a las dimensiones límite establecidas en este reglamento. No obstante, algunos de los equipos de proceso y estructuras, por su tamaño y/o peso, deberán ser trasladados en camiones especialmente acondicionados, pudiendo excederse las dimensiones máximas citadas anteriormente. En caso de ser así, se solicitará la autorización correspondiente a la Dirección de Vialidad y se acordarán las medidas de seguridad a adoptar en cada caso, como es habitual en este tipo de actividades.

Fiscalización

Carabineros de Chile y los Inspectores Fiscales de la Dirección de Vialidad del MOP fiscalizan el cumplimiento de las disposiciones de esta normativa.

3.2.6.3 *Decreto Supremo Nº298/87*

Reglamenta Transporte de Cargas Peligrosas por Calles y Caminos
Ministerio: Transporte y Telecomunicaciones
Fecha de Publicación: 7 de julio de 1987

Materia

El transporte de sustancias peligrosas y de explosivos debe practicarse conforme a las normas del presente reglamento, sin perjuicio de la reglamentación específica que trate la materia. Se consideran sustancias peligrosas aquellas que se definen en las Normas Chilenas Oficiales NCh382.Of.89 y NCh 2120/1 al 9 Of.98. El Reglamento trata las siguientes materias:

- Vehículos y Equipamiento
- Carga, Acondicionamiento, Estiba, Descarga y Manipulación
- Circulación y Estacionamiento
- Obligaciones del Transportista

Relación con el Proyecto

El Proyecto Expansión 110 ktpd requiere aumentar el consumo de ciertas sustancias e insumos que presentan características de peligrosidad, los cuales serán trasladados al área del proyecto por caminos públicos.

Cumplimiento

Para el Proyecto Expansión 110 ktpd y tal como se procede actualmente, Collahuasi dará cumplimiento a todas las disposiciones anteriormente señaladas, en la medida que apliquen, y velará porque los transportistas y proveedores también se ajusten a esta normativa.

En el Capítulo 7 se indican las medidas que se adoptarán en el transporte de sustancias peligrosas para dar cumplimiento a lo establecido en este decreto. En la sección 7.3.1 se indican las medidas de orden preventivo, incluyendo exigencias sobre las empresas encargadas del transporte de sustancias peligrosas, obligaciones del transportista y medidas para los vehículos y el equipamiento.

A los proveedores y transportistas de combustible se les exige también contar con un Plan de Contingencias para actuar ante eventuales accidentes que impliquen derrame de productos o sustancias. Este plan es revisado y supervisado por los encargados de seguridad de Collahuasi y debe ajustarse a los requerimientos legales vigentes. En la sección 7.4.1 se indican las medidas de contingencia generales y específicas consideradas por el proyecto en esta materia.

Fiscalización

Carabineros de Chile y los Inspectores Fiscales y Municipales fiscalizan el cumplimiento de las normas contenidas en el presente decreto.

3.2.6.4 *Decreto Supremo N°379/85*

Almacenamiento de Combustibles Líquidos Derivados del Petróleo Destinado a Consumos Propios
Fecha de Publicación: 8 de Noviembre de 1985
Ministerio: Economía

Materia

Esta normativa es aplicable a todas las instalaciones industriales que almacenan o manipulan combustibles líquidos derivados del petróleo para consumos propios, que estén destinados a la producción de calor para procesos químicos o físicos de transformación o procesamiento, sin la finalidad de su ulterior distribución como combustible y sin expendio al

público. Establece las medidas de seguridad que se deben adoptar y tiene por objeto evitar, en lo posible, los riesgos derivados de estas operaciones.

Particularmente, obliga al propietario, arrendatario, concesionario o administrador a cargo de las instalaciones o su mero tenedor a obtener, previo a la puesta en servicio de los estanques, su inscripción en los registros de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC). Esto será exigible siempre que los estanques tengan una capacidad superior a 1,1 m^3; en caso contrario, no será necesario su inscripción en dicho registro.

Relación con el Proyecto

El Proyecto Expansión 110 ktpd requiere aumentar el almacenamiento y consumo de petróleo y gasolina para la operación de vehículos, camiones y equipos motorizados.

Cumplimiento

Tal como en la situación actual, Collahuasi o el distribuidor autorizado, registrará los nuevos estanques en la Superintendencia de Electricidad y Combustibles de la I Región. Asimismo, Collahuasi mantendrá la aplicación de normas de diseño y de instalación de pretiles de seguridad para todos los estanques de combustibles. A ello se suma la continuidad de un programa de inspecciones periódicas de las instalaciones, para verificar su estado y detectar oportunamente un eventual desperfecto.

Fiscalización

De acuerdo con el artículo 2 de la Ley 18.410, corresponde a la SEC fiscalizar y supervigilar el cumplimiento de las disposiciones legales y reglamentarias, y las normas técnicas sobre generación, producción, almacenamiento, transporte y distribución de combustibles líquidos.

3.2.6.5 Decreto Supremo N°400/78

Fija el Texto Refundido de la Ley 17.798 sobre Control de Armas y Explosivos
Fecha de Publicación: 13 de abril de 1978
Ministerio: Defensa Nacional

Materia

La Ley sobre Control de Armas tiene por objeto regular todos aquellos actos que digan relación con armas y explosivos, dentro de lo cual queda comprendido el almacenamiento y uso de explosivos con fines mineros. En lo que respecta a este Proyecto, interesan las obligaciones relativas a los consumidores de explosivos y a las instalaciones para almacenar explosivos, contenidas en el Capítulo II y III del Título VII del mencionado reglamento.

El citado Capítulo II dispone que las personas naturales o jurídicas que por la naturaleza de sus actividades deban utilizar explosivos serán consideradas "Consumidores Habituales". Como tales, deberán inscribirse ante la Autoridad Fiscalizadora del lugar en que se encuentren ubicadas las faenas.

La compra de explosivos sólo será posible mediando inscripción ante la autoridad fiscalizadora.

Dentro de las actividades reguladas por esta alternativa está el almacenamiento de explosivos. En particular, establece que las actividades en que se requiera el uso de explosivos deberán contar con las instalaciones adecuadas para su almacenamiento.

La cantidad de explosivos que se almacene no puede ser superior a la mitad del volumen útil del almacén ni a la que quede definida por la aplicación de las distancias mínimas que establece el Reglamento Complementario en sus artículos 84 y 85.

Relación con el Proyecto

El Proyecto Expansión 110 ktpd requiere aumentar la utilización de explosivos para la actividad de tronaduras en el rajo.

Cumplimiento

Los explosivos son suministrados por una empresa especializada y debidamente autorizada para tal efecto. En el área de la mina los explosivos continuarán siendo almacenados en un polvorín, el cual contará con las instalaciones adecuadas para un almacenamiento seguro. Collahuasi, o bien la empresa contratista a cargo de la provisión y manejo de los explosivos, someterá a la Dirección General de Movilización Nacional la construcción y operación del polvorín y el uso de los explosivos.

Fiscalización

La fiscalización de esta norma corresponde a la Dirección General de Movilización Nacional, dependiente del Ministerio de Defensa Nacional.

3.2.6.6 *Decreto Supremo N°133/84*

Reglamento Sobre Autorizaciones Para Instalaciones Radiactivas o Equipos Generadores de Radiaciones Ionizantes
Fecha de Publicación: 23 de Agosto de 1984
Ministerio: Salud

Materia

El presente decreto establece las condiciones y requisitos que deben cumplir las instalaciones radiactivas o los equipos generadores de radiaciones ionizantes, el personal que se desempeñe en ellas u opere estos equipos, la importación, exportación, distribución y venta de las sustancias radiactivas que se utilicen o mantengan en las instalaciones radiactivas o en los equipos generadores de radiaciones ionizantes y el abandono o desecho de sustancias radiactivas.

A su vez, dispone que las instalaciones radiactivas o equipos generadores de radiaciones ionizantes no podrán funcionar sin autorización previa del Servicio de Salud en cuyo territorio se encuentren ubicados.

Relación con el Proyecto

El Proyecto Expansión 110 ktpd contempla la instalación de nuevos sistemas sensores de nivel, equipados con una fuente de radiación ionizante (ej: para operación del chancador primario, chancador de estériles, chancador de mineral de baja ley etc).

Cumplimiento

Collahuasi, o bien el proveedor de los sistemas, realizará los trámites para la obtención de la autorización de importación e instalación del citado sistema, ante el Servicio de Salud de Iquique. También se obtendrán las autorizaciones pertinentes para el personal que opere estos sistemas, en conformidad a lo establecido en la presente normativa.

Fiscalización

Compete a los Servicios de Salud el control y fiscalización del correcto cumplimiento de las disposiciones establecidas en este reglamento y en las normas e instrucciones que conforme a él imparta el Ministerio de Salud.

3.2.6.7 *Decreto Supremo N°3/85*

Aprueba Reglamento de Protección Radiológica de Instalaciones Radiactivas
Fecha de Publicación: 25 de Abril de 1985
Ministerio: Salud

Materia

El presente reglamento establece las medidas de protección personal radiológica y los límites de dosis radiactivas que pueden recibir las personas ocupacionalmente expuestas, con el objeto de prevenir y evitar la sobreexposición a las radiaciones ionizantes y sus efectos en la salud.

Este Decreto Supremo se encuentra estrechamente vinculado al D.S. N°133 del Ministerio de Salud.

Por lo anterior, ambos textos normativos deben considerarse de manera complementaria.

Relación con el Proyecto

El Proyecto Expansión 110 ktpd contempla la instalación de nuevos sistemas sensores de nivel, equipados con una fuente de radiación ionizante (ej: para operación del chancador primario, chancador de estériles, chancador de mineral de baja ley etc).

Cumplimiento

Los nuevos sistemas de medición operarán en forma automática sin intervención humana directa. Se efectuarán rutinariamente controles preventivos de los niveles de radiación en la cercanía de los sistemas de medición.

Fiscalización

Corresponde a los Servicios de Salud fiscalizar y controlar el cumplimiento de las disposiciones del presente reglamento y las del Código Sanitario en la misma materia, todo ello de acuerdo con las normas e instrucciones generales que imparta el Ministerio de Salud.

3.2.7 Medio Ambiente Global

3.2.7.1 *Decreto Ley N°3.557*

Establece Disposiciones sobre Protección Agrícola
Fecha de Publicación: 9 de Febrero de 1981
Ministerio: Agricultura

Materia

En lo que a un proyecto industrial se refiere, el texto legal establece la obligación del titular de adoptar todas las medidas técnicas y prácticas tendientes a evitar la contaminación de los recursos agrícolas, es decir, evitar la contaminación del suelo, agua y aire, así como de las cosechas que puedan existir en las zonas aledañas a los establecimientos industriales.

La obligación establecida por este decreto es genérica y abarca todos aquellos residuos que se emitan al aire, sean humos, polvos o gases; que se evacuen al agua, cuando se comprobare que con ello se perjudica la salud de los habitantes, se alteran las condiciones agrícolas de los suelos o se causa daño a la salud, vida, integridad o desarrollo de los vegetales o animales.

El Proyecto industrial deberá tomar las medidas tendientes a evitar o impedir la contaminación que fije el Presidente de la República. Este último en casos calificados podrá ordenar la paralización total o parcial de las actividades que originen la contaminación de los recursos agrícolas.

Relación con el Proyecto

El Proyecto Expansión 110 ktpd se emplaza en terrenos rurales en cuyo entorno no se desarrollan actividades agrícolas. El Proyecto se ubica a aproximadamente 70 km de la localidad de Pica, definida como oasis de producción agrícola intensiva. Además existe la localidad de Copaquire, de menor actividad agrícola, cercana al trayecto del mineroducto.

Cumplimiento

El proyecto se desarrollará sin intervenir ni afectar terrenos agrícolas, y considera las medidas de manejo ambiental para evitar impactos en la actividad agrícola (ver Capítulo 7).

Fiscalización

La fiscalización del cumplimiento de las obligaciones que este decreto impone a los establecimientos fabriles es competencia del Servicio Agrícola y Ganadero de la I Región.

3.2.8 Medio Marino

3.2.8.1 *Decreto Ley Nº 2.222*

Ley de Navegación
Fecha de Publicación: 31 de Mayo de 1978
Ministerio: Defensa Nacional

Materia

El artículo 91 establece que la Autoridad Marítima (DIRECTEMAR) será la autoridad superior en las faenas que se realicen en los puertos marítimos, fluviales y lacustres, y coordinará con las demás autoridades su eficiente ejecución, pero, en materias de seguridad, le corresponderá exclusivamente determinar las medidas que convenga adoptar.

El artículo 142 de este Decreto Ley establece la prohibición de arrojar lastre, escombros o basuras y derramar petróleo o sus derivados o residuos, aguas de relaves de minerales u otras materias nocivas o peligrosas de cualquier especie, que ocasionen daños a las aguas de jurisdicción nacional y en puertos, ríos y lagos. Sólo la Autoridad Marítima (DIRECTEMAR), podrá autorizar alguna de las operaciones señaladas, cuando ellas sean necesarias, debiendo señalar el lugar y la forma de proceder.

Relación con el Proyecto

El Proyecto Expansión 110 ktpd implica aumentar la frecuencia de embarque de concentrado de cobre en las instalaciones portuarias de Punta Patache.

Las instalaciones mismas de embarques, incluyendo el puente metálico, brazo retráctil y el chute telescópico, no se modifican ni amplían.

Cumplimiento

El proyecto no considera en ninguna de sus etapas el vertido al mar de ningún tipo de sustancias, por lo que no se infringirá la prohibición establecida en el presente cuerpo legal.

Las instalaciones portuarias cuentan con las medidas adecuadas y seguras para evitar emanaciones de concentrado, incluyendo:

- Galpón de acopio cerrado, y con sistema de presión negativa para evitar emanaciones de concentrado al ambiente.
- Correas transportadoras completamente encapsuladas.
- Chute o cargador telescópico de extensión variable capaz de disponer el concentrado dentro de las bodegas de los buques.

Asimismo, Collahuasi tiene implementadas todas las medidas nacional e internacionalmente aceptadas para prevenir cualquier vertido accidental, y reaccionar ante un evento de esta naturaleza.

Fiscalización

Conforme lo establece el artículo 5, la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (DIRECTEMAR) es el organismo encargado de aplicar y fiscalizar, tanto este Decreto Ley como los convenios internacionales y de las normas legales o reglamentarias relacionadas con sus funciones, con la preservación de la ecología en el mar y con la navegación en las aguas sometidas a la jurisdicción nacional.

3.2.8.2 *Decreto Supremo Nº 1*

Reglamento para el Control de la Contaminación Acuática
Fecha de Publicación: 18 de noviembre de 1992
Ministerio: Defensa Nacional

Materia

El presente reglamento establece el régimen de prevención, vigilancia y combate de la contaminación en las aguas de mar, puertos, ríos y lagos sometidos a la jurisdicción nacional.

El artículo 2 establece la prohibición de arrojar lastre, escombros o basuras y derramar petróleo o sus derivados o residuos, que ocasionen o puedan ocasionar daños en las aguas sometidas a la jurisdicción nacional y en puertos, ríos y lagos. Las excepciones a lo dispuesto en este artículo serán sólo las que expresamente se dispongan en el presente reglamento con el consentimiento previo de la Autoridad Marítima, quien designará y controlará el lugar y forma como se procederá a efectuar alguna de dichas operaciones.

El artículo 15 establece que toda nave o artefacto naval, empresa de puerto, terminal marítimo y cualquier instalación o faena susceptible de provocar contaminación de las aguas sometidas a la jurisdicción nacional, deberá contar con los elementos y equipos necesarios para prevenir en caso de accidente, la contaminación de las aguas o minimizar sus efectos.

El Capítulo 7 del Reglamento se refiere a la prevención de la contaminación por vertimiento de desechos y otras materias. El artículo 106 establece la prohibición de vertimiento, en las aguas sometidas a jurisdicción nacional, de toda clase de desechos u otras materias en cualquier forma o condición, excepto en los casos expresamente autorizados por el Convenio sobre Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias, de 1972.

El Título IV regula las fuentes terrestres de contaminación, entendiendo por tales a los establecimientos, faenas o actividades, cualquiera sean los productos, bienes o artículos que extraigan, obtengan, recolecten, procesen, elaboren, fabriquen, manufacturen, produzcan, exploten o beneficien, etc., cuyas descargas de materia o energía, provenientes de su funcionamiento, se viertan directa o indirectamente a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional.

Relación con el Proyecto

El Proyecto Expansión 110 ktpd implica aumentar la frecuencia de embarque de concentrado de cobre en las instalaciones portuarias de Punta Patache.

Las instalaciones mismas de embarques incluyendo el puente metálico, brazo retráctil y el chute telescópico, no se modifican ni amplían.

Cumplimiento

El proyecto no considera en ninguna de sus etapas el vertido al mar de ningún tipo de sustancias, por lo que no se infringirá la prohibición establecida en el presente cuerpo legal.

Las instalaciones portuarias cuentan con las medidas adecuadas y seguras para evitar emanaciones de concentrado, incluyendo:

- Galpón de acopio cerrado, y con sistema de presión negativa para evitar emanaciones de concentrado al ambiente.
- Correas transportadoras completamente encapsuladas.
- Chute o cargador telescópico de extensión variable capaz de disponer el concentrado dentro de las bodegas de los buques.

Asimismo, Collahuasi tiene implementadas todas las medidas nacional e internacionalmente aceptadas para prevenir cualquier vertido accidental, y reaccionar ante un evento de esta naturaleza.

Fiscalización

De acuerdo a lo establecido en el artículo 5, la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (DIRECTEMAR) es la autoridad encargada de cautelar el cumplimiento de las normas del presente reglamento en las aguas sometidas a la jurisdicción nacional, y para ello deberá fiscalizar, aplicar y hacer cumplir todas las normas legales, reglamentarias y administrativas vigentes en el país, sobre preservación del medio ambiente marino, y sancionar su contravención.

La DIRECTEMAR podrá requerir de los establecimientos y faenas autorizadas para realizar descargas a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional, toda la información que considere necesaria, durante la construcción o el funcionamiento de tales establecimientos o faenas, conforme lo dispone el artículo 147.

3.2.8.3 *Ley Nº 18.892*

Ley General de Pesca y Acuicultura
Fecha de Publicación: 21 de enero de 1992
Ministerio: Economía

Materia

La *Ley N° 18.892 General de Pesca y Acuicultura*, en su Título X, establece dos figuras penales que consideran el vertimiento en cursos o masas de agua, de sustancias de carácter explosivo o tóxico. A saber:

a) Pesca con uso de elementos insidiosos

Este delito está consagrado en el Artículo 135, el que dispone textualmente:

"El que capturare o extrajere recursos hidrobiológicos utilizando elementos explosivos, tóxicos u otros cuya naturaleza provoque daños a esos recursos o a su medio, será sancionado con multa de 50 a 300 unidades tributarias mensuales, y con la pena de presido menor en su grado mínimo".

b) Introducción de agentes contaminantes en medios acuosos

El Artículo 136 por su parte, sanciona penalmente la introducción de agentes contaminantes en los medios acuosos como sigue:

"El que introdujere o mande introducir en el mar, ríos, lagos o cualquier otro cuerpo de agua, agentes contaminantes químicos, biológicos o físicos que causen daños a los recursos hidrobiológicos, sin que previamente hayan sido neutralizados para evitar tales daños, será sancionado con multa de 50 a 3.000 unidades tributarias mensuales. Si procediere con dolo, además de la multa, la pena a aplicar será la de presidio menor en su grado mínimo.

Si el reo ejecuta medidas destinadas a reparar el daño causado y con ello se recupera el medio ambiente, el tribunal rebajará la multa hasta en un cincuenta por ciento, sin perjuicio de las indemnizaciones que correspondan".

Relación con el Proyecto

El Proyecto Expansión 110 ktpd implica aumentar la frecuencia de embarque de concentrado de cobre en las instalaciones portuarias de Punta Patache.

Las instalaciones mismas de embarque, incluyendo el puente metálico, brazo retráctil y el chute telescópico, no se modifican ni amplían.

Cumplimiento

El proyecto no considera en ninguna de sus etapas el vertido al mar de ningún tipo de sustancias.

Las instalaciones portuarias cuentan con las medidas adecuadas y seguras para evitar emanaciones de concentrado, incluyendo:

- Galpón de acopio cerrado, y con sistema de presión negativa para evitar emanaciones de concentrado al ambiente.
- Correas transportadoras completamente encapsuladas.
- Chute o cargador telescópico de extensión variable capaz de disponer el concentrado dentro de las bodegas de los buques.

Asimismo, Collahuasi tiene implementadas todas las medidas nacional e internacionalmente aceptadas para prevenir cualquier vertido accidental, y reaccionar ante un evento de esta naturaleza.

Fiscalización

La fiscalización de la presente ley será ejercida por funcionarios del Servicio Nacional de Pesca y personal de la Armada y de Carabineros, según corresponda, a la jurisdicción de cada una de estas instituciones.

3.2.8.4 *Decreto Supremo Nº 476*

Promulga el Convenio sobre Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y Otras Materias, con sus Anexos I, II y III del año 1972.
Fecha de Publicación: 24 de octubre de 1978
Ministerio: Relaciones Exteriores

Materia

Este convenio internacional tiene por objeto controlar la contaminación del mar por el vertimiento de desechos u otras materias.

El artículo 3 Nº 1 letra a) define vertimiento como "toda evacuación deliberada en el mar de desechos u otras materias efectuadas desde buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones en el mar".

Por su parte, este mismo artículo en su letra c) define los "*desechos u otras materias*" como los materiales y sustancias de cualquier clase, forma o naturaleza.

Este convenio prohibe el vertimiento de los desechos u otras materias enumeradas en el anexo I. Por su parte, se exige solicitar permiso especial previo para el vertimiento de los desechos u otras materias enumeradas en el Anexo II. Respecto de los restantes desechos o materias, se exige solicitar un permiso de carácter general.

Relación con el Proyecto

El Proyecto Expansión 110 ktpd implica aumentar la frecuencia de embarque de concentrado de cobre en las instalaciones portuarias de Punta Patache.

Las instalaciones mismas de embarque, incluyendo el puente metálico, brazo retráctil y el chute telescópico, no se modifican ni amplían.

Cumplimiento

El proyecto no considera en ninguna de sus etapas el vertido al mar de ningún tipo de sustancias, por lo que no se infringirá la prohibición establecida en el presente cuerpo legal.

- Las instalaciones portuarias cuentan con las medidas adecuadas y seguras para evitar emanaciones de concentrado, tal como se escribió en la sección previa.

Asimismo, Collahuasi tiene implementadas todas las medidas nacional e internacionalmente aceptadas para prevenir cualquier vertido accidental, y reaccionar ante un evento de esta naturaleza.

Fiscalización

La Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante (DIRECTEMAR) es el organismo encargado de aplicar y fiscalizar los convenios internacionales y las normas legales o reglamentarias relacionadas con sus funciones, con la preservación de la ecología en el mar y con la navegación en las aguas sometidas a la jurisdicción nacional.

3.2.8.5 *Decreto con Fuerza de Ley Nº 1340*

Reglamento de Orden, Seguridad y Disciplina en las Naves y Litoral de la República
Fecha de Publicación: 27 de agosto de 1941
Ministerio: Defensa Nacional

Materia

Este Reglamento contiene, en su Capítulo VI (artículos 70 a 95), disposiciones acerca de la carga y descarga de mercancías. En este sentido, dispone de medidas de seguridad para evitar accidentes y para mayor seguridad de la carga y descarga.

El Capítulo XX sobre la prohibición de arrojar o derramar en las aguas jurisdiccionales de la República, petróleo y sus derivados, lastre, escombros, basura, etc., dispone en relación a las faenas de embarque y desembarque de materiales sólidos que se transportan a granel, que se colocará entre la nave y el muelle o entre la nave y las embarcaciones que efectúen la carga o descarga, una planchada o encerados resistentes en forma tal que impidan la caída al agua del material desprendido durante la ejecución de la faena.

Relación con el Proyecto

El Proyecto Expansión 110 ktpd implica aumentar la frecuencia de embarque de concentrado de cobre en las instalaciones portuarias de Punta Patache.

Las instalaciones mismas de embarque, incluyendo el puente metálico, brazo retráctil y el chute telescópico, no se modifican ni amplían.

Cumplimiento

Las instalaciones portuarias cuentan con las medidas adecuadas y seguras para evitar emanaciones de concentrado, incluyendo:

- Galpón de acopio cerrado, y con sistema de presión negativa para evitar emanaciones de concentrado al ambiente.
- Correas transportadoras completamente encapsuladas.
- Chute o cargador telescópico de extensión variable capaz de disponer el concentrado dentro de las bodegas de los buques.

Fiscalización

La Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante (DIRECTEMAR) es el organismo encargado de aplicar y fiscalizar tanto este Decreto con Fuerza de Ley, como los convenios internacionales y las normas legales o reglamentarias relacionadas con sus funciones, con la preservación de la ecología en el mar y con la navegación en las aguas sometidas a la jurisdicción nacional.

3.3 PERMISOS AMBIENTALES SECTORIALES

En la presente sección se identifican y desarrollan los permisos ambientales sectoriales aplicables al Proyecto Expansión 110 ktpd, de acuerdo con el listado que proporciona el Decreto Supremo N°30/97 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

El Proyecto Expansión 110 ktpd requerirá para su implementación los permisos sectoriales ambientales identificados en los siguientes artículos del DS 30/97:

- Artículo 74, permiso para hacer excavaciones de carácter o tipo arqueológico, antropológico, paleontológico o antroparqueológico;
- Artículo 81, permiso para el transporte de materiales radiactivos;
- Artículo 82, permiso para emprender la construcción de tranques de relaves;
- Artículo 86, permiso para establecer botaderos en las minas a tajo abierto;

- Artículo 90, permiso para la construcción, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la provisión o purificación de agua potable de una población;
- Artículo 91, permiso para construir obra de tratamiento de residuos industriales o mineros;
- Artículo 92, permiso para construir obra de tratamiento y disposición de aguas servidas;
- Artículo 95, permiso para la instalación de industria;
- Artículo 97, Cambio de uso de suelo.

3.3.1 Art. 74 del DS 30/97, Reglamento del SEIA

- ***Permiso para hacer excavaciones de carácter o tipo arqueológico, antropológico, paleontológico o antroparqueológico, a que se refiere los artículos 22 y 23 de la Ley Nº 17.288 sobre Monumentos Nacionales, y su Reglamento sobre Excavaciones y/o Prospecciones Arqueológicas, Antropológicas y Paleontológicas aprobado por DS 484/90, del Ministerio de Educación.***

Relación con el proyecto

La ampliación del botadero de estériles, del rajo Rosario y del tranque de relaves afectarán sitios arqueológicos reconocidos.

Antecedentes formales y técnicos

a) Identificación y localización del sitio arqueológico, antropológico o paleontológico que puede resultar afectado.

   Los sitios han sido identificados y caracterizados como parte del EIA del Proyecto Collahuasi original. Estos sitios corresponden al Sitio CO-41 y CO-42, ambos del sector San Nicolás; Sitio CO-46 y CO-47, del sector Collahuasi; y Sitio CO-69 del Sector Michincha.

b) Las características del sitio y su propuesta de intervención, según lo señalado en el informe de investigaciones acreditados por la Ley Nº 17.288 y su Reglamento.

   Collahuasi realizará labores de investigación, reconocimiento y rescate en cada uno de estos sitios con las debidas autorizaciones a que hace mención la Ley Nº 17.288 y su Reglamento.

3.3.2 Art. 81 del DS 30/97, Reglamento del SEIA

- ***Permiso para el Transporte de Materiales Radiactivos en todas las modalidades de transporte por vía terrestre, acuática o aérea, mientras tales materiales radiactivos no formen parte integrante del medio de transporte, a que se refiere el artículo 1 del DS 12/85 del Ministerio de Minería, que aprueba el Reglamento para el Transporte Seguro de Materiales Radiactivos. La autoridad competente para otorgar este permiso es el Servicio de Salud de Iquique.***

Relación con el Proyecto

El Proyecto Expansión 110 ktpd contempla la instalación y utilización de nuevos sistemas especiales de medición equipados con sistemas generadores de radiaciones ionizantes de tercera categoría, que son empleados, por ejemplo, para determinar el flujo de material alimentado al chancador. El transporte de estos equipos hasta la faena requerirá de este permiso.

Antecedentes técnicos y formales

Las medidas de prevención del Transporte del Proyecto se describen en detalle en el Plan de Prevención de Riesgos Ambientales incluido en el Capítulo 7, sección 7.3. Dichas medidas dicen relación con:

- medidas generales;
- obligaciones del transportista;
- vehículos y equipamiento;
- carga, acondicionamiento, estiba, descarga y manipulación de sustancias; y
- circulación y estacionamiento de vehículos.

Adicionalmente, se cumplirá con las exigencias contenidas en la norma técnica NCh. 2245 que detalla, entre otras, la forma de proceder ante la ocurrencia de emergencias tales como incendios, rotura o deterioro de los envases.

Collahuasi exigirá, por medio de los contratos de servicios, que las empresas a cargo del transporte de combustibles, explosivos y sustancias peligrosas en general, cuenten con un *Programa de Seguridad y Prevención de Riesgos* y que se cumpla la normativa vigente, para prevenir derrames, filtraciones o cualquier situación de riesgo durante el transporte a la faena. La empresa exigirá que los transportistas dispongan de equipamiento y procedimientos para atender los eventuales accidentes que pudieran ocurrir en la ruta durante el transporte.

3.3.3 Art. 82 DS N°30/97, Reglamento del SEIA

- ***Permiso para emprender la construcción de tranques de relaves.***

Relación con el Proyecto

El tranque de relaves de Collahuasi cuenta con aprobación técnica del SERNAGEOMIN para una capacidad de 910 millones de toneladas. Requiere aprobación para una capacidad ampliada total de 1.098 millones de toneladas.

Antecedentes técnicos y formales

El tranque de relaves fue evaluado ambientalmente en 1995 a raíz del Estudio de Impacto Ambiental aprobado mediante Resolución Exenta N°713/2199 del 27 de diciembre de 1995. No requiere nueva aprobación ambiental; sólo actualización de los antecedentes técnicos para la mayor capacidad.

3.3.4 Art. 86 DS N°30/97, Reglamento del SEIA

- ***Permiso para establecer botaderos en las minas a tajo abierto***

Relación con el Proyecto

El proyecto de expansión requiere redefinir y ampliar los botaderos de estéril asociados al rajo Rosario y eventualmente la habilitación de un nuevo botadero.

Antecedentes técnicos y formales

Medidas apropiadas para el adecuado drenaje natural o artificial, para evitar la combustión espontánea, y/o el arrastre del material depositado, de acuerdo a:

a) características del entorno: clima, pluviometría, presencia de quebradas, y cursos de aguas.

Las características del entorno se presentan en el Capítulo 5 de Línea Base. Específicamente, la información referida al medio físico se encuentra en las secciones 5.1.2 (área Mina-Planta), 5.2.2 (área Mineroducto) y 5.3.2 (área Instalaciones Portuarias)

b) *La sismología de la zona.*

Las características sismológicas de la zona se presentan específicamente en las secciones 5.1.9 (área Mina-Planta), 5.2.8 (área Mineroducto) y 5.3.9 (área Instalaciones Portuarias)

c) *El análisis del suelo.*

Las características del suelo se presentan específicamente en las secciones 5.1.2.6 (área Mina-Planta), 5.2.2.4 (área Mineroducto) y 5.3.2.4 (área Instalaciones Portuarias)

3.3.5 Art. 90 DS N°30/97, Reglamento SEIA

- ***Construcción, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la provisión o purificación de agua potable de una población.***

Relación con el Proyecto

El proyecto de expansión considera la habilitación de un nuevo sistema particular de provisión de agua potable para abastecer las áreas de casino, policlínico y casa de cambio asociadas al rajo Rosario.

Antecedentes técnicos y formales

Medidas adecuadas para el control de aquellos factores, elementos o agentes del medio ambiente que puedan afectar la salud de los habitantes, de acuerdo a:

a) *La fuente de captación de agua.*

Los detalles de la fuente de captación de agua se presentan en el Capítulo 2, sección 2.4.4.

b) *Los sistemas de purificación y cloración del agua.*

El sistema de purificación y cloración del agua se presenta en el Capítulo 2, sección 2.4.4, letra a)

c) *El contenido de sustancias tóxicas y dañinas, u organismos que puedan afectar la operación y eficiencia del proceso de tratamiento.*

La fuente de abastecimiento de agua (potable e industrial) corresponde a agua subterránea, obtenida desde los pozos existentes en el Salar de Coposa y Michincha. La sección 5.1.3.9 del Capítulo 5 presenta una caracterización de la calidad del agua subterránea. Tal como se desprende de los datos presentes en la referida sección, el agua no contiene sustancias tóxicas y dañinas, u organismos que puedan afectar la operación y eficiencia del proceso de tratamiento.

d) *La contaminación de la fuente de agua a través del sistema de captación.*

No existirá contaminación de la fuente de agua a través del sistema de captación ya que ésta se captura directamente desde pozos profundos. Además, Collahuasi adoptará las medidas adecuadas de habilitación, manejo y protección de los pozos de agua para evitar su posible contaminación.

e) *Las normas de calidad del agua para consumo humano, tanto en cuanto a las características físico-químicas como las bacteriológicas.*

Actualmente el tratamiento de las aguas permite eliminar sólidos suspendidos en el agua, y desinfectar y prevenir una germinación de microorganismos en la red de distribución. El proyecto Expansión 110 ktpd considera el abastecimiento desde las mismas fuentes y la aplicación de las mismas medidas de control, por lo que se mantendrá la calidad actual. Con estas medidas, el agua cumplirá los límites establecidos en la NCh 409/84.

La calidad será monitoreada periódicamente según lo indicado en la normativa correspondiente.

3.3.6 Art. 91 DS N°30/97, Reglamento SEIA

- ***Permiso para la construcción, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la evacuación, tratamiento o disposición final de residuos industriales o mineros, a que se refiere el artículo 71 letra b) del DFL 725/67, Código Sanitario. La autoridad competente para otorgar este permiso es el Servicio de Salud de Iquique.***

Relación con el Proyecto

El tranque de relaves de Collahuasi cuenta con aprobación técnica del SERNAGEOMIN para una capacidad de 910 millones de toneladas. Requiere aprobación para una capacidad ampliada total de 1.098 millones de toneladas.

Por otra parte, también está prevista la habilitación de tres piscinas de evaporación del proyecto original en el área de Punta Patache.

Antecedentes Formales y Técnicos

El tranque de relaves fue evaluado ambientalmente en 1995 a raíz del Estudio de Impacto Ambiental aprobado mediante Resolución Exenta Nº713/2199 del 27 de diciembre de 1995. No requiere nueva aprobación ambiental; sólo actualización de los antecedentes técnicos para la mayor capacidad.

En el EIA se deberán señalar las medidas adecuadas para el control de aquellos factores, elementos o agentes del medio ambiente que puedan afectar la salud de los habitantes, de acuerdo a:

a) El análisis físicoquímico (NCh 1.333) y bacteriológico correspondiente al residuo industrial de que se trate

Las características fisicoquímicas del agua clara de relave y de las aguas dispuestas en las piscinas de evaporación se muestran en la sección 2.2.10 del Capítulo 2 de este EIA.

b) La cuantificación del caudal a tratar

El aumento en la tasa de generación de aguas claras de relaves se ha estimado en 437 L/s.

El aumento en la tasa de disposición de agua de filtrado en las piscinas de evaporación se ha estimado en 4 L/s.

c) La disposición final de los residuos industriales tratados

La disposición de las aguas claras de relaves y de las aguas de filtrado se indican en la sección 2.4.7 y 2.4.1, respectivamente, del Capítulo 2 de este EIA.

d) *Los mecanismos de control de posibles olores, residuos o vibraciones hacia los sectores colindantes, producidos por la planta y la justificación técnica de los mismos*

Tanto el agua de relaves como el agua de filtrado depositada en las piscinas de evaporación no producen olores, residuos o vibraciones hacia el ambiente

3.3.7 Art. 92 D.S. N°30/97, Reglamento SEIA

- ***Permiso para la construcción, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la evacuación, tratamiento o disposición final de desagües y aguas servidas de cualquier naturaleza, a que se refiere el artículo 71 letra b) del Código Sanitario. La autoridad competente para otorgar este permiso es el Servicio de Salud de Iquique.***

Relación con el Proyecto

En el sector de Rosario está prevista la habilitación de una nueva planta de tratamiento de aguas servidas para atender las instalaciones de casino, policlínico y casa de cambio. Además, operará en forma temporal una planta de tratamiento en el área de campamento de construcción.

Antecedentes Formales y Técnicos

Las medidas consideradas para el control de aquellos factores, elementos o agentes del medio ambiente que puedan afectar la salud de los habitantes, se indican en la letra e) de la sección 2.4.7 del Capítulo2 de este EIA.

3.3.8 Art. 95 D.S. N°30/97, Reglamento del SEIA

- ***Permiso para la instalación, ampliación o traslado de industrias, a que se refiere el artículo 83 del Código Sanitario. La autoridad competente para otorgar este permiso (informe sanitario) es el Servicio de Salud de Iquique.***

Relación con el Proyecto

La ampliación del Proyecto Expansión 110 ktpd en el área requiere de la evaluación de los efectos que pueda causar en el entorno, la comunidad y los trabajadores que permanecerán en el lugar de las faenas. Por lo tanto, este permiso es aplicable al Proyecto.

Antecedentes Técnicos y Formales

El Capítulo 7 de este EIA contiene las medidas, acciones, obras e instalaciones previstas para controlar los impactos y riesgos ambientales del proyecto Expansión 110 ktpd, lo cual se complementa con la información de diseño descrita en el Capítulo 2 y con el cumplimiento de la normativa y permisos ambientales contenidos en el presente capítulo.

3.3.9 Art. 97 D.S. N°30/97, Reglamento del SEIA

- ***Permiso para subdividir y organizar terrenos rurales para complementar alguna actividad industrial con viviendas, dotar de equipamiento a algún sector rural, o habilitar un balneario o campamento turístico; o para las construcciones industriales, de equipamiento, turismo y poblaciones, fuera de los límites urbanos (cambio uso de suelo), a que se refieren los inciso 3º y 4º del artículo 55, Decreto con Fuerza de Ley 458, Ley General de Urbanismo y Construcciones (LGUC). Este permiso es otorgado por la Secretaría Regional Ministerial de Agricultura, previo informe favorable del Comité Mixto de Agricultura, Vivienda y Urbanismo, Bienes Nacionales y Turismo.***

Relación con el Proyecto

El nuevo botadero de baja ley, ubicado aproximadamente a 5 km al norte del rajo Rosario, ocupará un terreno de 660 ha que necesitan cambio de uso de suelo. Todas las demás obras se emplazarán en terrenos que ya cuentan con este permiso.

Antecedentes Técnicos y Formales

El suelo en el área Mina-Planta es arenoso a areno-arcilloso, y puede ser definido como lithosols sierozems (suelos áridos minerales). Además poseen escasa humedad freática y son muy pobres en materia orgánica. En consecuencia, los suelos del área no son aptos para uso agrícola, ganadero o forestal; siendo de características similares a las de los demás terrenos que son ocupados por las obras actuales y que cuentan con este permiso.

La posibilidad de desarrollo de asentamientos humanos en el área del nuevo botadero o su entorno se considera nula.

El botadero de baja ley estaba proyectado en un sector de la Quebrada Yabricollita, que cubría el bofedal del mismo nombre. A causa de esto, el botadero de baja ley fue reubicado en un terreno más al oeste, que posee una baja cobertura vegetal relativa.

Para la protección de los recursos hídricos se llevarán a cabo las medidas mencionadas en la sección 7.3.3 y 7.4.3.

CAPÍTULO 4

PERTINENCIA DE INGRESO AL SEIA Y NECESIDAD DE ELABORAR UN EIA

En consideración a lo estipulado en el artículo 12 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), el presente capítulo tiene por objeto justificar el ingreso del Proyecto Expansión 110 ktpd Planta Concentradora Collahuasi a dicho sistema y la necesidad de elaborar un Estudio de Impacto Ambiental (EIA).

4.1 PERTINENCIA DE INGRESO DEL PROYECTO AL SEIA

La pertinencia de ingreso del Proyecto Expansión 110 ktpd al SEIA se ha determinado a la luz de lo establecido en los artículos 8 y 10 letra i) de la Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente y en el artículo 3 letra i) del D.S. 30/97 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, que aprobó el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

De acuerdo al artículo 8 de la Ley 19.300, los proyectos o actividades señalados en su artículo 10 sólo podrán ejecutarse o ***modificarse*** previa evaluación de su impacto ambiental. A su vez, el artículo 10 de la misma ley lista los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, todos los cuales deberán someterse al SEIA. Dicho artículo, en su letra i), incluye expresamente a los ***proyectos mineros***, señalándolos de la siguiente forma:

> "*Proyectos de desarrollo minero, incluidos los de carbón, petróleo y gas, comprendiendo las prospecciones, explotaciones, plantas procesadoras y disposición de residuos y estériles, así como la extracción industrial de áridos, turba o greda*".

El Proyecto Expansión 110 ktpd corresponde a una modificación de un proyecto minero, por lo cual resulta procedente su ingreso al sistema de evaluación de impacto ambiental contemplado en la Ley 19.300.

4.2 NECESIDAD DE ELABORAR UN EIA

En esta sección se desarrolla el contenido requerido en la letra e) del artículo 12 del Reglamento del SEIA, el que exige la descripción pormenorizada de aquellos efectos, características o circunstancias del artículo 11 de la Ley 19.300 que dan origen a la necesidad de efectuar un Estudio de Impacto Ambiental (EIA).

Conforme al citado artículo 11 de la Ley 19.300, los proyectos o actividades enumerados en su artículo 10 requerirán la elaboración de un EIA, si generan o presentan alguno de los efectos, características o circunstancias que el mismo artículo señala.

Idéntica disposición está contenida en el Reglamento del SEIA, el que señala que el titular de un proyecto o actividad de los comprendidos en el artículo 3º deberá presentar una Declaración de Impacto Ambiental, salvo que dicho proyecto o actividad genere algunos de los efectos, características o circunstancias contemplados en el artículo 11 de la Ley 19.300.

A continuación se identifican y describen los efectos, características o circunstancias contemplados en el artículo 11 de la Ley 19.300 que resultan aplicables al Proyecto Expansión 110 ktpd y que justifican, por lo tanto, la presentación de un EIA.

4.2.1 Riesgo para la Salud de la Población, Debido a la Cantidad y Calidad de Efluentes, Emisiones o Residuos[1]

Efluentes

Los escurrimientos de aguas superficiales que se producen en el sector de la Quebrada Huinquintipa, donde se ampliarán los depósitos de estéril con motivo del proyecto de expansión, pueden acidificarse al entrar en contacto con la roca estéril depositada, debido a que parte de ella presenta potencial de generar drenajes ácidos. Estos drenajes deberán ser interceptados y manejados adecuadamente para evitar impactos en las aguas de dicha quebrada, e indirectamente en la población ubicada aguas abajo. Este efecto potencial debe ser cuantificado y evaluado a través de un EIA, de tal forma que se puedan definir las medidas de prevención, mitigación y control necesarias para evitar que el impacto sea significativo. Concretamente, en el marco del presente EIA se han evaluado y verificado las medidas de mitigación y prevención actualmente consideradas en el proyecto original, de tal forma de establecer si son suficientes para controlar las nuevas áreas de botadero, o en su

[1] Ley Nº 19.300, Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente, Artículo 11, letra a.

defecto complementarlas, todo ello para evitar que este efluente constituya un riesgo para la población.

Por su parte, los relaves del proceso de flotación serán depositados en el tranque de relaves construido en el sector norte de la cuenca de Michincha, el cual cuenta con la aprobación ambiental para una capacidad de 910 millones de toneladas, la cual será ampliada a 1.098 millones de toneladas para albergar los relaves generados por esta expansión durante la vida útil prevista. Si bien no existe población cercana al tranque de relaves, éste cuenta con las medidas de control ambiental necesarias para evitar impactos adversos en el entorno (principalmente en la calidad de las aguas), por lo que el aumento en la tasa de disposición de relaves no constituye un riesgo para la salud de la población.

Por último, las aguas adicionales de filtración del concentrado en el sector de Punta Patache serán dispuestas en piscinas impermeabilizadas para su eliminación vía evaporación. Se trata de obras diseñadas con el concepto "cero descarga", de tal forma que este efluente líquido no reviste riesgo para la salud de la población.

Se considera también la aplicación del efluente de filtración en riego forestal para su evapotranspiración. El riego, similar al actual, se efectuará junto a las piscinas de evaporación en el sector de Punta Patache, de forma tecnificada y controlada, manteniendo una zona húmeda restringida al área de la plantación forestal, sin constituir un riesgo para la salud de la población.

Emisiones

El Proyecto Expansión 110 ktpd generará emisiones atmosféricas de material particulado y ruido adicionales a las actuales, principalmente en el área de la mina y en los botaderos de estéril. En las proximidades del área Mina-Planta no existen ciudades, localidades o asentamientos humanos expuestos a tales emisiones. El centro poblado más cercano es Guatacondo, ubicado a unos 35 km de distancia hacia el poniente. Por lo tanto, las operaciones que se desarrollarán en el área de la mina y en los botaderos de estéril, principales áreas de emisiones atmosféricas, no revisten riesgo para la salud de la población en lo que se refiere a calidad del aire y niveles de ruido. Las emisiones de material particulado son controladas según se describe en la sección 7.2.3 (Medidas de Abatimiento de Emisiones de Polvo). Por lo tanto, su efecto en el entorno no es significativo y se restringe a las áreas de operación, tal como se demuestra a través del modelamiento de dispersión de emisiones presentado en el Capítulo 6.

En el caso de las operaciones portuarias del sector Punta Patache, el proyecto contempla aplicar las mismas medidas actuales de control de emisiones atmosféricas, siendo éstas prácticamente inexistentes.

El acceso al área del proyecto se realiza desde la Ruta 5 Norte a través de la Ruta A-625. Este camino cuenta con pavimento asfáltico, por lo que el flujo vehicular del proyecto de expansión no generará emisiones de material particulado que pudieren afectar a localidades cercanas. El mayor flujo vehicular se traducirá en un aumento menor de emisión de ruido. En efecto, la duplicación del flujo vehicular implica aumentar la emisión de ruido sólo en 3 dB respecto de la emisión actual, tal como se demuestra en la evaluación presentada en el Capítulo 6. Por lo tanto, no se generará riesgo para la salud de la población debido a emisiones atmosféricas a lo largo del camino de acceso.

Residuos

Los residuos del proyecto de expansión no presentarán riesgo para la salud de la población, debido a las medidas de manejo y disposición aplicadas actualmente, las cuales se harán extensivas al proyecto de expansión. En efecto, los residuos sólidos domésticos e industriales inocuos que se generan en la faena son dispuestos en depósitos debidamente autorizados por el Servicio de Salud de Iquique, presentando todas las medidas de seguridad y manejo ambiental necesarias. Por su parte, los residuos peligrosos también son dispuestos en un depósito especial autorizado por dicho servicio. Las aguas servidas son depuradas en plantas de tratamiento.

En síntesis, en materia de efluentes, los posibles drenajes ácidos de las nuevas áreas de botaderos de estéril del Proyecto Expansión 110 ktpd hacen pertinente la presentación de un EIA a fin de evaluar el impacto correspondiente y en función de ello definir las medidas de mitigación y monitoreo necesarias.

4.2.2 Efectos Adversos Significativos Sobre la Cantidad y Calidad de los Recursos Naturales Renovables, Incluidos el Suelo, Agua y Aire[2]

Suelo

El Proyecto se emplazará mayoritariamente en terrenos que ya cuentan con un uso industrial-minero, por lo que la afectación de suelos del proyecto de expansión no será

2 Ley N°19.300, Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente, Artículo 11, letra b.

relevante. En efecto, la mayoría de las instalaciones y obras nuevas se ubicarán junto a los actuales edificios de proceso y obras de disposición de materiales. Los efectos en estos suelos y recursos bióticos asociados ya fueron evaluados en el Estudio de Impacto Ambiental de 1995, y están siendo debidamente compensados actualmente, según los compromisos adquiridos en esa oportunidad. El Proyecto Expansión 110 ktpd no afectará terrenos nuevos en las áreas Mina-Planta e Instalaciones Portuarias Punta Patache.

El nuevo mineroducto ocupará una faja de terreno no intervenida, paralela y cercana al trazado del actual mineroducto. Se intervendrán terrenos principalmente áridos, sin valor especial (exceptuando el tramo que pasa por la Pampa del Tamarugal, aspecto que se aborda más adelante en la sección 4.2.4), en una franja que incluye una zanja excavada para enterrar el ducto. En la medida que se vaya instalando el nuevo ducto se rellenará la excavación, reponiéndose la condición original del terreno, de tal forma que no habrá un efecto significativo en el suelo.

Agua

El Proyecto Expansión 110 ktpd requiere la extracción de agua fresca desde las cuencas de Coposa y Michincha. En el primer caso se aumentará la tasa de extracción actual hasta completar el caudal otorgado como derecho de aprovechamiento a la compañía (867 l/s). En el caso de Michincha, Collahuasi posee derechos por 264 L/s que no ha utilizado hasta ahora; la expansión requiere iniciar la extracción de agua subterránea desde esta cuenca, estimándose que en promedio se extraerán hasta 80 L/s.

En ambos casos, las aguas subterráneas de las cuencas constituyen la fuente de recarga de lagunas ubicadas en los respectivos salares por efecto de afloramientos en sectores específicos de vertientes. En consecuencia, la extracción de agua desde las cuencas puede incidir en alguna medida en una variación de niveles freáticos y una disminución de caudales en las vertientes. El efecto indirecto de ello es la afectación de los sistemas acuáticos y vida silvestre asociada.

El efecto potencial señalado anteriormente debe ser cuantificado y evaluado suficientemente a través de un Estudio de Impacto Ambiental, de tal forma que se puedan definir las medidas de prevención, mitigación y control necesarias para evitar que el impacto sea significativo. Concretamente, en el marco del presente EIA se ha llevado a cabo una completa evaluación del efecto de las nuevas captaciones de agua subterránea en los niveles freáticos y en los caudales de las lagunas. Como resultado se ha podido identificar y definir las medidas de mitigación pertinentes para evitar que el proyecto afecte significativamente los sistemas acuáticos que se sustentan con este recurso.

Respecto de la calidad de las aguas, tal como se mencionó en la sección anterior, el aspecto que requiere un análisis especial corresponde a la posible generación de aguas acidificadas en el sector de la Quebrada Huinquintipa, donde se ampliarán los depósitos de estéril con motivo del proyecto de expansión. Este efecto potencial debe ser cuantificado y evaluado suficientemente a través de un EIA, de tal forma que se puedan definir las medidas de prevención, mitigación y control necesarias para evitar que el impacto sea significativo.

Aire

En materia de calidad del aire aplica lo señalado en el punto anterior, en el sentido que las emisiones de material particulado y sus efectos estarán restringidas fundamentalmente al área Mina-Planta, sin que existan receptores o suelos agrícolas en varias decenas de kilómetros a la redonda.

Flora y Vegetación

El emplazamiento de las nuevas obras e instalaciones no generará efectos adversos significativos en la flora y fauna de la zona, debido principalmente a que se utilizarán prácticamente los mismos terrenos ya ocupados o intervenidos por la actual operación, los cuales ya cuentan con las medidas de compensación en los casos en que se afectan recursos bióticos (compensación de queñoas y bofedales comprometida en 1995, en ejecución).

Respecto de posibles efectos en la vida acuática, particularmente de las lagunas en los Salares de Coposa y Michincha, aplica lo señalado previamente en relación con las captaciones de agua subterránea y la necesidad de evaluar los posibles efectos de modo de definir las medidas de mitigación, prevención y contingencia necesarias.

En síntesis, respecto de los efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire, las captaciones de agua subterránea en las cuencas de Coposa y Michincha y los posibles drenajes ácidos en las nuevas áreas de botaderos de estéril hacen pertinente la presentación de un EIA a fin de evaluar la magnitud de esta estos impactos y en función de ello definir las medidas de prevención, mitigación y monitoreo necesarias.

4.2.3 Reasentamiento de Comunidades Humanas, o Alteración Significativa de los Sistemas de Vida y Costumbres de Grupos Humanos[3]

El Proyecto Expansión 110 ktpd no implica el reasentamiento de comunidades humanas. Collahuasi se localiza en un área despoblada y distante de centros urbanos y localidades menores. Debido a ello, se requiere campamentos para albergar al personal que laborará durante la etapa de construcción y posteriormente al personal de operación. Esto significa que en la mayoría de los casos los trabajadores y empleados se trasladarán al área del proyecto desde sus actuales hogares, lo cual evitará que se produzca una numerosa afluencia de personas (con o sin familias) a vivir transitoria o definitivamente en las localidades más próximas. En consecuencia, no se prevé la alteración de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos, particularmente de aquellos ubicados más cerca del área del proyecto, en pequeñas localidades como Guatacondo.

En cuanto al efecto del tránsito de vehículos hacia y desde el área del Proyecto, en el presente EIA (Capítulo 7, sección 7.2.1) se describen las medidas de mitigación y control previstas para evitar que el flujo vehicular ocasione molestias a las personas que viven junto al camino o en localidades cercanas a él (como Pica y Pozo Almonte), especialmente durante el período de construcción.

4.2.4 Localización Próxima a Población, Recursos y Áreas Protegidas Susceptibles de ser Afectados, así como el Valor Ambiental del Territorio en que se Pretende Emplazar[4]

En primer término, el Proyecto Expansión 110 ktpd no se ubica próximo a población protegida por leyes especiales.

La eventual presencia de Recursos y Áreas Protegidas cerca del proyecto se estableció mediante la revisión de las siguientes fuentes:

- Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado (SNASPE), Conaf
- Libro Rojo de los Sitios Prioritarios para la Conservación de la Diversidad Biológica en Chile, Conaf 1996
- Consejo de Monumentos Nacionales, y
- SERNAPESCA I Región, Iquique.

3 Ley N°19.300, Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente, Artículo 11, letra c.
4 Ley N° 19.300, Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente, Artículo 11, letra d.

De acuerdo a estas fuentes, el Proyecto Expansión 110 ktpd no se ubica próximo a recursos o áreas protegidas. Sólo un tramo del nuevo mineroducto pasará por la Reserva Nacional Pampa del Tamarugal. El tramo involucrado corresponde a una franja de aproximadamente 10 metros de ancho y 190 km de longitud, que se desarrolla por un sector no forestado de la Pampa del Tamarugal. En consideración con lo anteriormente expuesto, a través del presente EIA se evalúan los potenciales impactos y se definen las medidas de mitigación correspondientes a esta obra del proyecto.

Por otra parte, el Salar de Coposa está considerado como sitio prioritario para la conservación de la diversidad biológica. El proyecto contempla el aumento de la tasa de extracción de agua subterránea desde la cuenca de este salar, en virtud de lo cual el presente EIA evalúa los posibles impactos y define las medidas de manejo y protección ambiental pertinentes (ver sección 4.2.2).

4.2.5 Alteración Significativa, en Términos de Magnitud o Duración, del Valor Paisajístico o Turístico de una Zona[5]

El Proyecto Expansión 110 ktpd se construirá y operará básicamente en un área de uso industrial-minero, haciendo uso de espacios adyacentes a los actuales edificios de proceso y obras de disposición de materiales. Las nuevas instalaciones y obras no implicarán una modificación adicional significativa del paisaje actual y proyectado en el caso base o proyecto original. El mineroducto será una obra que irá enterrada en todo su recorrido, y las obras anexas (piscinas de emergencia y estaciones de disipación de energía) no generarán efectos paisajísticos de gran magnitud. En consecuencia, el proyecto no generará o presentará los efectos señalados en la letra e) del artículo 11 de la ley 19.300.

4.2.6 Alteración de Monumentos, Sitios con Valor Antropológico, Arqueológico, Histórico y, en General, los Pertenecientes al Patrimonio Cultural[6]

En las áreas Mina-Planta e Instalaciones Portuarias Punta Patache las instalaciones y obras nuevas se ubicarán en espacios ya ocupados por la operación actual. Los efectos en estos terrenos y los recursos arqueológicos pre-existentes fueron evaluados en el Estudio de Impacto Ambiental de 1995, y fueron materia de los correspondientes planes de protección. Por lo tanto, el proyecto no alterará monumentos o sitios pertenecientes al patrimonio cultural dentro de estas áreas.

5 Ley N° 19.300, Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente, Artículo 11, letra e.
6 Ley N° 19.300, Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente, Artículo 11, letra f.

En el caso específico de los sitios arqueológicos adyacentes al rajo Rosario (el cual será ampliado con motivo de este proyecto), en el EIA de 1995 quedó comprometida la ejecución de trabajos especiales por parte de arqueólogos para elaborar los respectivos planes de rescate en los casos que corresponda, previa autorización del Consejo de Monumentos Nacionales. Collahuasi está iniciando estos trabajos, dando cumplimiento al compromiso contraído.

En el caso del mineroducto, por tratarse de una franja ya intervenida con el mineroducto actual, en la cual no se identificaron elementos pertenecientes al patrimonio cultural durante su construcción, no se espera encontrar este tipo de recursos a lo largo del nuevo tendido, que irá paralelo y contiguo al ducto existente.

Adicionalmente, dentro del plan de mitigación de impactos están contempladas las acciones que se llevarán a cabo en la eventualidad que durante la ejecución de trabajos de construcción u operación se identifique algún elemento de tipo arqueológico o histórico, para lo cual está contemplada la participación de un especialista en la etapa de excavación de la zanja del ducto.

4.2.7 Síntesis

De acuerdo con lo señalado en las secciones precedentes, el Proyecto Expansión 110 ktpd ingresa al SEIA mediante un Estudio de Impacto Ambiental, debido a los siguientes efectos, características o circunstancias derivadas de su construcción y operación:

- Posibles drenajes ácidos generados en las nuevas áreas de botaderos de estéril.
- Captaciones de agua subterránea en las cuencas de Coposa y Michincha y los posibles efectos en los niveles freáticos y caudales de vertientes.
- Cruce de un tramo del nuevo mineroducto por la Reserva Nacional Pampa del Tamarugal.

El presente EIA proporciona los antecedentes fundados para identificar, evaluar y mitigar los impactos ambientales derivados de tales efectos, de forma que el proyecto pueda realizarse de manera compatible con el medio ambiente.

CAPÍTULO 5

LÍNEA BASE

5.1 ÁREA MINA-PLANTA

5.1.1 Ubicación y Área de Influencia

El área Mina-Planta se ubica en el altiplano chileno de la I Región, unos 200 km al sureste de la ciudad de Iquique, entre los 3.800 y 4.600 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.). Esta área se extiende entre las coordenadas geográficas 20°50' y 21°00' de Latitud Sur, y entre los 68°34' y 68°44' de Longitud Oeste (Figura 5.1-1). El área pertenece a la Comuna de Pica, Provincia de Iquique. La localidad más próxima es Guatacondo, ubicada unos 35 kilómetros hacia el oeste.

El área de influencia del proyecto en el sector cordillerano (Area Mina-Planta) se presenta en la Figura 5.1-1.

En el área Mina-Planta se ubican los rajos Ujina, Rosario y Huinquintipa, las instalaciones de beneficio de minerales, los botaderos de estériles, tranque de relaves, y las obras de infraestructura de apoyo, incluyendo campamento, aeródromo y área de pozos para abastecimiento de agua.

5.1.2 Descripción del Medio Físico

5.1.2.1 *Clima y Meteorología*

La región de Tarapacá se extiende entre 17°30' y 21°39' de Latitud Sur y desde 68°25' de Longitud Oeste hasta el Océano Pacífico. El clima que afecta a la región presenta grandes contrastes a través de su desarrollo longitudinal, siendo su característica general, la aridez extrema que se encuentra bajo la influencia del anticiclón del pacífico, fenómeno que inhibe las precipitaciones y al mismo tiempo hace predominar los vientos del Sur y Sureste.

En el sector del Altiplano se desarrolla un clima de tundra, por efectos de altura, con aumento de las precipitaciones y un considerable descenso de la temperatura. Las precipitaciones en el Altiplano se deben al Invierno Austral (junio-septiembre) y el Invierno Altiplánico o Boliviano (diciembre-marzo). Las precipitaciones del Invierno Austral son

generalmente heladas, con nieve seca, que puede permanecer en la superficie por meses. Eventualmente, mucha de esta humedad de la nieve sublima hacia la atmósfera (evaporación), y no contribuye a las fuentes de agua superficial y profunda. En contraste, las precipitaciones del Invierno Altiplánico ocasionan lluvias, granizo o nieve húmeda, cerca de los 5.000 m.s.n.m., la nieve o granizo se funden en unas pocas horas, para luego escurrir o infiltrarse.

Desde el punto de vista térmico, el área se define básicamente por un importante descenso de la temperatura con la altura. La existencia de fuertes amplitudes térmicas tanto diarias como anuales (las que disminuyen con el período estival por el aumento de humedad), se explican por el alto índice de continentalidad de la región, a pesar de que esta se encuentra a baja altitud, lo que es compatible con los regímenes climáticos de altura.

5.1.2.1.1 *Caracterización Meteorológica Area Mina-Planta*

Para el análisis de las condiciones meteorológicas del Area Mina-Planta del proyecto, se han utilizado los antecedentes proporcionados por el EIA del Proyecto Collahuasi (Geotécnica Consultores, 1995) y el Monitoreo meteorológico que realiza la Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi (CMDIC), en dos estaciones de monitoreo localizadas en Ujina y Coposa (Figura 5.1-2).

- **Precipitaciones**

Los antecedentes de precipitaciones en la estación Ujina comprenden el período 1995-1999, mientras que para la estación Coposa el período monitoreado abarca desde 1995 hasta 2000. El resumen de los datos se presenta en la Tabla 5.1-1.

En la estación de monitoreo de Ujina, el registro de precipitaciones del período 1995-1999 indica una precipitación acumulada anual de 71,4 mm, con un máximo de 129,3 mm anuales en 1999. Entre los meses de enero y marzo, se registraron las mayores precipitaciones, que variaron en promedio entre 15,6 y 28,9 mm de agua caída al mes (Tabla 5.1-1). El mes más lluvioso del período 1995-1999 fue febrero de 1997 con 69,8 mm.

En la estación de monitoreo de Coposa, el registro de precipitaciones del período 1995-2000 indica una precipìtación acumulada anual de 50,38 mm, para ese período de tiempo, con un máximo de 113,3 mm anuales en el 2000. En los meses estivales se registraron las mayores precipitaciones, que variaron en promedio entre 4,0 y 16,73 mm de agua caída al mes (Tabla 5.1-1). El mes más lluvioso del período 1995-2000 fue enero de 2000 con 79,3 mm.

El hecho de que los meses de verano sean los más lluviosos, se debe a la advección de masas húmedas desde el noreste, que precipitan en la región, fenómeno conocido como el "invierno altiplánico o boliviano".

- **Temperatura**

Los antecedentes de temperatura en la estación Ujina y Coposa abarcan el período 1997-2000. En la Tabla 5.1-2 se presenta un resumen con los resultados obtenidos.

El registro de temperaturas medias mensuales en la estación Ujina, entre los años 1997 y 2000, varió entre 0,0° C (junio) y 6,6 °C (enero), con una máxima 19,7° C (noviembre) y una mínima de –10,5 ° C en el mes de septiembre, el promedio anual fue de 3,7 para el período 1997-2000 (Tabla 5.1-2).

En la estación de Coposa se observó un comportamiento similar, con temperaturas medias que variaron entre 0,0° C (junio) y 9,9 (enero), el valor máximo corresponde a 22,5° C en febrero y el valor mínimo fue de –16,8 en agosto, el promedio anual para el período 1997-2000 fue de 5,4°C (Tabla 5.1-2).

- **Vientos**

Los datos de velocidad del viento para la estación Ujina abarcan el período 1976-1981 (Geotécnica 1995). Por su parte, los datos de dirección del viento para la estación Ujina y Coposa comprende el período 1997-2000.

La velocidad del viento entre 1976 y 1981 en el área de Ujina que indica que la velocidad media mensual del viento fluctúa entre 2,4 m/s (enero) y 4,3 m/s (agosto).

Los vientos predominantes en Ujina en el período 1997-2000 (Figura 5.1-3) provienen principalmente del suroeste (SW), oeste (W) y noroeste (NW).

En Coposa en tanto, para el mismo período (Figura 5.1-4), el viento presentó un comportamiento menos marcado que en la estación Ujina, con direcciones predominantes del viento correspondientes al oeste (W), noroeste (NW) y norte (N), y en algunos casos con presencia de vientos sur (S) en menor porcentaje de frecuencia.

- **Humedad Relativa**

La humedad relativa mensual en la estación Ujina (Tabla 5.1-2) entre los años 1997 y 2000 fluctúo en promedio entre 41,3% y 53,6% para los meses de verano (entre enero y marzo), y entre 18,4% y 25,8% para los restantes meses del año. La humedad relativa promedio anual del período fue de 29%.

La humedad relativa en Coposa (Tabla 5.1-2) entre los años 1997 y 2000, fue muy similar a la estación Ujina, con valores promedio que fluctuaron entre 46,1% y 58,6% para los meses de verano y entre 19% y 29,7% para los restantes meses. La humedad relativa promedio para el período 1997 – 2000 fue de 31,4%.

- **Radiación Solar y Presión Atmosférica**

En el Area Mina-Planta, para el período 1997-2000, la presión atmosférica media anual alcanzó valores cercanos a los 600 mB en Ujina (Tabla 5.1-2) y 641 mB en Coposa (Tabla 5.1-2). Estos valores obedecen fundamentalmente a la altitud geográfica a la que se encuentran las estaciones.

La radiación solar presentó valores más altos entre los meses de diciembre a marzo, siendo concordante con las mayores temperaturas de la zona. En tales meses la radiación solar máxima en Ujina varió en promedio entre 1330 W/m^2 y 1573 W/m^2, mientras que en Coposa varió en promedio entre 898 W/m^2 y 974 W/m^2. En Ujina, la menor radiación solar se registró durante los meses del invierno, es decir entre mayo y agosto (824-1090 W/m^2), en tanto que en Coposa, en el mismo período del año, la radiación solar varió entre 624 W/m2 y 707 W/m^2 (Tabla 5.1-2).

5.1.2.2 *Geología*

El área de estudio se encuentra en el dominio de 2 unidades fisiográficas mayores del perfil transversal chileno en esta latitud: el Cordón Montañoso Precordillerano o Cordón Montañoso Occidental, y la Depresión de los Salares más Occidentales y del Loa o Depresión Altiplánica Central[1].

Las áreas de Michincha, Coposa y el sector oriental de Ujina se encuentran en la Depresión de los Salares más Occidentales, en tanto que el sector occidental de Ujina, Rosario y Huinquintipa se ubica en el denominado Cordón Precordillerano.
El Cordón Precordillerano corresponde a un bloque tectónico de unos 30 a 40 km de ancho,

[1] Vergara, H. 1978.

de elongación norte-sur, donde se localizan los distritos mineros de Quebrada Blanca y Collahuasi. El borde occidental de este bloque está constituido por la denominada "Falla Oeste", megaestructura de orientación N-S a NNW-SSE, que controla además el emplazamiento de una serie de otros yacimientos minerales de envergadura hacia el sur, tales como: Mansa Mina, Chuquicamata, Radomiro Tomic y El Abra[2].

5.1.2.2.1 *Caracterización Geológica Area Mina-Planta*

La información geológica, se basa en estudios locales, los cuales definen las unidades geológicas que afloran en el área de la cuenca del Salar de Coposa. Estas unidades se han identificado en el Figura 5.1-5 y se describen a continuación:

a) Formación Collahuasi

Unidad preponderantemente volcánica, de composición riolítica a andesítica, con intercalaciones de rocas sedimentarias calcáreas y arenosas, que tienen su origen a partir de un episodio intrusivo, de colores gris púrpura a rojizo, con abundantes "ojos de cuarzo".

Desde el punto de vista geotécnico son rocas duras, densas, competentes, de leve a moderada meteorización y fuerte fracturamiento, cuando no están afectadas por procesos de mineralización hidrotermal o de fallamiento.

Estas rocas aparecen en el borde occidental de la cuenca donde conforman el bloque tectónico alzado, que divide la cuenca del Salar de Coposa con la cuenca de la Pampa del Tamarugal.

b) Granito Chara

Unidad presente en la parte oriental de la Sierra del Medio, la cual corresponde a un granito de color rosado a gris-blanquecino, con textura equigranular gruesa, que en los sectores periféricos se torna porfírica con fenocristales de cuarzo.

Esta unidad es basamento de la cuenca de Coposa, ya que se ubica bajo las secuencias volcano-sedimentarias que se encuentran rellenando la cuenca.

c) Ignimbrita Huasco

[2] Munchmayer, C. Et al. 1984.

Esta asociación se caracteriza por una secuencia de tobas soldadas de color rojizo a morado, que debido al mecanismo de depositación, de tipo nubes ardientes, presenta variaciones laterales en su espesor, alcanzando las mayores potencias en las zonas de depresión topográfica. Se encuentra a una profundidad de 200 m.

Esta unidad se dispone con discordancia angular sobre unidades premiocénicas e infrayace en concordancia a secuencias volcánicas y sedimentarias del Cenozoico Superior.

d) Depósitos aterrazados

Corresponden a depósitos alternados de gravas y arenas medianamente consolidados, con matriz limo-arcillosa y, en menor parte, a intercalaciones de tobas dacíticas escasamente litificadas, de disposición horizontal a subhorizontal, que cubren a las unidades premiocénicas e infrayacen a depósitos del Reciente, ambos contactos en forma concordante. Se encuentran aflorados en el sector de Pampa Negra, sobre la Ignimbrita Huasco[3].

e) Estratos de Volcanes no Erosionados

En esta unidad se agrupan los volcanes más jóvenes del área, que se encuentran perfectamente conservados. Entre ellos están los volcanes más característicos, como son Pabellón del Inca, Irruputuncu y Puruñita; en los cuales es posible diferenciar las distintas coladas de lava. Estos volcanes se han formado durante el Plioceno Superior-Pleistoceno.

f) Ignimbrita Pastillos

Es una unidad constituida por depósitos ignimbríticos y cineríticos[1]. Ha sido subdividida en 2 miembros. El miembro inferior está constituido por tobas y depósitos laháricos, altamente porosos, con bajo grado de soldamiento, de colores gris incluidos en una matriz tobácea de textura vitroclástica, que le da aspecto de aglomerado[4].

El miembro superior, que corresponde a aquel existente en la cuenca de Ujina, está

[3] Ingedos, Agosto 1995.
[4] Vergara H. y Thomas H., 1984

constituido por un depósito cinerítico de composición dacítica, no soldado, de color pardo amarillento claro, el cual incluye algunos niveles de arcillolitas, limos y diatomitas, de colores grises y amarillos, en capas no mayores que 20 cm [4].

No obstante lo anterior, esta unidad exhibe un cierto grado de cementación, a la manera de un suelo de alta compacidad, que permite la existencia de cortes subverticales bastante estables, tal cual se puede apreciar en los pequeños barrancos que aparecen en la Quebrada Yabricoyita de más al norte.

Esta ignimbrita tiene 2 dataciones radiométricas que dan valores de 0.73 ± 0.16 y 0.75 ± 0.20 millones de años, lo cual significa una edad Pleistoceno Medio[4].

g) Ignimbrita Ujina

Está constituida por tobas soldadas dacíticas, de origen ignimbrítico, de color rosado en caras expuestas en superficie y gris claro en superficies frescas. Presentan una textura vitroclástica a cristalina, con estructuras de flujo.

Aflora en los faldeos más bajos de la Cuenca Ujina-Michincha, especialmente en los faldeos occidentales, cubriendo en discordancia de erosión a unidades pre-miocénicas. De acuerdo con la información de los sondajes allí efectuados, esta cubierta ignimbrítica se extendería en forma continua por debajo de los sedimentos más nuevos que la sobreyacen, en el sector central más deprimido y plano de dicha cuenca.

Hacia el sur de la quebrada Represa Sur, y extendiéndose más allá del área estudiada, esta cubierta ignimbrítica aflora en superficie ocupando la mayor parte del área más deprimida y plana de la cuenca. Se aprecia allí un notable y complejo diseño de estructuras de flujo, que originan un perfil topográfico irregular y abrupto, con ocurrencia de pequeños cauces y cordones divisorios orientados según las direcciones locales del flujo ignimbrítico durante su depositación, con desniveles de hasta 4-6 m entre sí. Este lugar es conocido localmente como el "carcanal".

Desde el punto de vista geotécnico y en estado sano, corresponden a rocas moderadamente duras, de baja densidad, en general, masivas a débilmente fracturadas; con fracturas de formas sinuosas y textura rugosa, de larga corrida, las cuales pueden alcanzar hasta más de 100 m.

En los sectores que están cubiertas por rellenos de suelos recientes no consolidados se

presentan superficialmente más descompuestas, de baja densidad, poco consolidadas y relativamente más blandas.

h) Depósitos Salinos

El salar de Coposa está constituido por materiales clásticos y salinos que, en general, se presentan interdigitados. Los materiales clásticos consisten, predominantemente, en arenas y en menor proporción limos y gravas. Los constituyentes salinos son principalmente sulfatos, carbonatos y cloruros.

i) Depósitos Aluvionales

Corresponden a depósitos cuaternarios reconocidos como la cubierta sedimentaria de la quebrada Pabellón. Se reconoce como material detrítico de depositación torrencial. Está constituido por clastos polimícticos tamaño gravas y arenas con una matriz de limos y, eventualmente, cenizas[3].

j) Depósitos arenosos

En el borde oriente del salar y adosado a la planicie formada por las volcanitas de la Ignimbrita Pastillos, se reconocen estos depósitos de arenas superficialmente bien seleccionada, por lo que correspondería a depósitos originados por la acción eólica.

5.1.2.3 *Geomorfología*

Los rasgos morfológicos de este sector se caracterizan por situarse en la unidad denominada Altiplano, ubicada al Este de la Cordillera de Los Andes. Presenta un relieve típico de meseta elevada de edad terciaria, una altura promedio de 4000 m.s.n.m. y un ancho variable de 15 a 40 km. La subdivisión natural de la cuenca altiplánica, producto de la sobreimposición de conos volcánicos, se resuelve en un número considerable de depresiones cerradas o endorreicas y algunas pampas de extensión variable.

Algunas depresiones cerradas drenan sus volúmenes de agua tanto superficialmente como subterráneamente, hacia los actuales salares de Michincha y Coposa.

Dentro del área Mina-Planta es posible distinguir algunas unidades morfológicas menores

como son las que se indican a continuación:

- **Cordillera Andina**

El rasgo de mayor relieve en este sector de la Cordillera de Los Andes es el Cerro Pabellón del Inca (5.100 m.s.n.m.) al norte del yacimiento Ujina, mientras que al sur del salar de Michincha se encuentra el cerro Alconcha (4.800 m.s.n.m.), del cual drena numerosas quebradas hacia el Salar de Michincha.

- **Volcanes**

Se trata de estructuras cónicas de composición andesítico-basáltica, de casi 5 km de diámetro basal con alturas cercanas a los 5.200 m.s.n.m, como es el volcán Irruputuncu, el cual se localiza al sur-este del Salar Coposa, llegando su piedmont hasta el mismo salar.

- **Abanicos Aluviales**

En el área se han desarrollado abanicos aluviales, suministrados por las quebradas del área, cuando éstas últimas alcanzan el pie de monte y se abren al llegar a los sectores más planos y bajos de la cuenca cerrada de Michincha - Ujina. Es el caso de las quebradas Represa Sur, Ujina y Juchu Ujina.

Existen rellenos coluviales y/o regolíticos, que corresponden a escombros de laderas de cerros y cubiertas regolíticas que cubren los sectores aterrazados altos existentes entre divisorias de quebradas.

- **Rellenos Aluviales**

Corresponde al relleno más nuevo de cauces recientes y fondos de quebradas, el cual es transportado y depositado por los flujos de agua estable. Estos rellenos no cubren una gran extensión areal debido a su emplazamiento.

5.1.2.4 *Hidrología*

En la zona identificada como Norte Grande, la unidad fisiográfica de la Cordillera Prealtiplánica genera en el Altiplano un régimen Hídrico endorreico, alimentado por precipitaciones estivales, que se caracterizan por la formación de salares en los puntos terminales del escurrimiento. Las infiltraciones mantienen además un recurso subterráneo no despreciable.

La evaporación desde salares y lagos constituyen en el Norte Grande un importante recurso que retorna a la atmósfera. La cantidad de agua evaporada es superior a la escorrentía superficial que abandona el territorio hacia el Océano o países vecinos.

Las condiciones de aridez de la I Región junto con la extrema estacionalidad de sus precipitaciones, originan recursos hidrológicos con regímenes intermitentes característicos de un ambiente desértico. En la región, esta intermitencia de los cursos superficiales es producto de las abundantes lluvias de verano que ocurren durante el Invierno Altiplánico.

Las características hidrológicas de la región son determinadas por tres sistemas hidrográficos: sistemas de cuencas exorreicas preandinas, sistemas de cuencas endorreicas, y sistemas de cuencas arreicas.

Los sistemas "exorreicos" incluyen los ríos y quebradas preandinas que drenan sus aguas hacia el Océano Pacífico. Estos sistemas se ubican preferentemente en el sector norte de la región e incluyen, entre otros, las cuencas del río Lluta con una superficie aproximada de 3,380 km^2, del río San José con una superficie de 2.985 km^2, y de las quebradas Vítor, Camarones y Tana. Además, en el sector altiplánico de la región también se han desarrollado sistemas "exorreicos", los que drenan en dirección de la vertiente andina oriental. Entre éstos se encuentran los ríos Cosa Pilla, Lauca, Todos los Santos, Isluga, Cariquina y Sacaya.

Por otro lado en el sector sur de la región, existen sistemas "endorreicos" y "exorreicos", extendiéndose desde la quebrada Tana hasta la desembocadura del río Loa. En el sector costero el rasgo hidrológico más representativo es la existencia de sistemas "arreicos", sistemas que no presentan escurrimientos de aguas superficiales. En cambio, hacia el interior se ubican una serie de cuencas con sistema de drenaje "endorreico", como es el caso de las cuencas de los salares Pintados, Grande y Llamara. A estas cuencas confluyen una serie de quebradas con flujos intermitentes provenientes de la precordillera y el altiplano, incluyendo las quebradas de Mamiña, La Ramada, Chipana, Guatacondo y Maní, entre otras.

El Sector Collahuasi donde se ubica el proyecto, corresponde a un ambiente de desierto, donde existen limitados recursos hídricos superficiales permanentes. Entre éstos destacan las

quebradas y bofedales del Cordón Collahuasi, y las vertientes y lagunas de los salares de Michincha y Coposa. En la Figura 5.1-6 se pueden reconocer las cuencas de Coposa y Michincha, con sus principales drenajes y bofedales.

El régimen hidrológico del sector Collahuasi incluye escurrimientos de aguas superficiales y subterráneas que fluyen desde el Cordón Montañoso Precordillerano en dirección oeste y este, y escurrimientos desde la Cordillera de Los Andes que fluyen en dirección oeste.

Los caudales (L/s) de mayor relevancia medidos entre los años 1998-1999 del Area Mina-Planta se presentan en el siguiente cuadro:

	Jachucoposa	Represa	Chiclla	Chusquiza
Promedio	76,53	1,37	0,26	0,25
Máximo	108,52	14,00	2,00	0,33
Mínimo	48,09	0,00	0,07	0,20

A continuación se describen las condiciones hidrológicas locales, sobre la base de información recopilada para el presente estudio e información adicional obtenida del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Minero Collahuasi (Geotécnica Consultores, 1995).

En el área Mina Planta las obras, instalaciones y operaciones del proyecto se localizan en tres cuencas principales (ver Figura 5.1-6):

- cuenca de Michincha, donde se ubican el rajo Ujina, botaderos de estéril, plantas de proceso, tranque de relaves y los nuevos pozos de captación;
- cuenca de Coposa, donde se ubican el hotel Pabellón del Inca, el aeródromo y el campo de pozos en actual operación; y
- subcuenca de la Quebrada Huinquintipa, donde se desarrollará el rajo Rosario, los botaderos de estéril asociados, las instalaciones de chancado y otras obras anexas.

a) Cuenca de Michincha

La cuenca de Michincha corresponde a un sistema endorreico, es decir, sin salida de flujos superficiales de agua hacia otras cuencas. Abarca una superficie aproximada de 294 km², comprendiendo las laderas de los cerros circundantes y la superficie del salar.

La recarga hídrica se origina de las precipitaciones que ocurren principalmente en los períodos de verano (invierno Altiplánico). La fracción de las precipitaciones que no se

evapora luego de las lluvias, se infiltra en el terreno y recarga los sistemas acuíferos someros y profundos. La recarga neta de la cuenca de Michincha (precipitación menos evaporación inmediata) se ha estimado en aproximadamente 337 L/s como valor medio anual de largo plazo[5].

La precipitación de agua en forma de nieve ocurre en invierno, pero no constituye un aporte relevante a la recarga hídrica de este sistema. En efecto, una parte importante de la nieve caída se sublima, y las cantidades de nieve y las extensiones cubiertas por ella no son significativas en comparación con las lluvias.

Debido a diversas singularidades de tipo geológico e hidrogeológico, las aguas infiltradas en la cuenca (que pasan a la fase subterránea) afloran a la superficie, transformándose en flujos superficiales de carácter permanente o semi-permanente. Esto ocurre en ciertas quebradas, permitiendo el desarrollo de bofedales. En la cuenca de Michincha esto sucede por ejemplo en las quebradas Chusquina, Ujina, la Represa y Yabricollita, entre otras, todas las cuales, por el carácter endorreico de la cuenca, drenan hacia el salar (flujo concéntrico). Los flujos en estas quebradas son relativamente pequeños y de baja velocidad debido a la presencia de la vegetación de bofedal. Las aguas se reinfiltran en el terreno al llegar al sector plano, en torno al salar (Figura 5.1-6).

También se produce un afloramiento de agua subterránea en la forma de vertiente en el sector sur del salar de Michincha. Esta vertiente constituye la recarga natural del sistema de lagunas del salar. El caudal natural de esta vertiente se ha estimado en el orden de 6 L/s como valor medio anual, habiéndose registrado (mediante aforos) caudales entre 5 y 7 L/s.

Existen básicamente dos vías de descarga de agua en la cuenca de Michincha: la evaporación en la superficie del salar (tanto desde el espejo de agua de las lagunas como desde el sedimento húmedo circundante), y un flujo subterráneo hacia la cuenca de Coposa. La evaporación alcanza unos 6 L/s como promedio anual, mientras que el flujo subterráneo hacia Coposa se ha estimado en el orden de 345 L/s.

b) Cuenca de Coposa

[5] GP Consultores, 2000 a. Modelación del Sistema de Flujo de Aguas Subterráneas. Sistema Acuífero Cuenca Salar de Coposa. I Región, Chile.

Al igual que la cuenca de Michincha, la cuenca de Coposa corresponde a un sistema endorreico, sin salida de flujos superficiales de agua hacia otras cuencas. Abarca una superficie aproximada de 1.116 km², comprendiendo las laderas de los cerros circundantes y la superficie del salar (Figura 5.1-6).

La recarga hídrica se origina de las precipitaciones que ocurren en los períodos de verano, alcanzando un valor neto (precipitación menos evaporación inmediata) estimado en aproximadamente 595 L/s como valor medio anual de largo plazo[5].

Esta recarga alimenta los acuíferos someros y profundos de la cuenca. También constituye una fuente de recarga hídrica de esta cuenca el flujo subterráneo desde la cuenca de Michincha, mencionado en la sección previa (entre 156 y 211 L/s).

En el sector surponiente de la cuenca de Coposa se produce un afloramiento de agua subterránea en la forma de vertiente, la cual constituye la recarga natural del sistema de lagunas de este salar. El caudal natural de esta vertiente se ha estimado en el orden de 60 L/s como valor medio anual, habiéndose registrado (mediante aforos) caudales entre 48 y 158 L/s.

Existen básicamente dos vías de descarga de agua en la cuenca de Coposa: la evaporación desde los espejos de agua y los sedimentos húmedos circundantes (estimada entre 799 y 741 L/s), y un flujo subterráneo hacia la cuenca de Empexa (entre 2 y 6 L/s).

c) Subcuenca Quebrada Huinquintipa

La subcuenca de la quebrada Huinquintipa constituye una de las áreas tributarias de la quebrada Copaquire y luego de la Quebrada Guatacondo, la cual drena hacia el poniente, hasta alcanzar el Salar Llamara. Tiene sus nacientes en el sector del rajo Rosario, en la divisoria de aguas con la cuenca de Michincha.

La recarga hídrica se origina de las precipitaciones que ocurren en los períodos de verano, que alcanzan en promedio los 60 mm/año. Esta recarga alimenta los acuíferos someros y profundos de la subcuenca, desde donde nacen los escurrimientos superficiales por afloramiento de las aguas subterráneas.

El caudal máximo de la quebrada Huinquintipa es de 9 L/s durante los períodos de precipitaciones, y el resto del año el caudal es de aproximadamente 1 L/s.

d) Análisis Hidrológico

- **Precipitación**

El sector del Proyecto Collahuasi presenta precipitaciones estacionales de baja frecuencia y corta duración, tal como se muestra en la Tabla 5.1-1. Los datos indican que el sector de Ujina tiene una precipitación media anual de 6,26 mm (Estación Ujina, años 1995 a 1999), y el sector de Coposa una precipitación media anual de 4,88 mm (años 1995 a 2000).

Para la estación Ujina, y en base a los registros de 20 años (1971 a 1990), se analizaron las máximas precipitaciones anuales en 24 horas con el objeto de determinar los eventos de tormenta en 24 horas para períodos de retorno de 100 y 500 años.

Se determinó el valor promedio y la desviación estándar para los eventos de precipitación máxima en 24 horas registrados en Collahuasi. Estos valores se incrementaron en un factor de 1,13 para compensar los períodos de mediciones puntuales. De este modo, la precipitación máxima promedio en 24 horas fue de 19,6 mm, con una desviación estándar de 8,72 mm.

Estos datos fueron ajustados a una curva de distribución de Gumbel de valor extremo Tipo 1, basándose en la buena representación que este tipo de distribución entrega para valores extremos de precipitación. De esta forma, los eventos de máxima precipitación en 24 horas, en 100 y 500 años, son de 47 y 57 mm respectivamente.

- **Estimación de Caudales Máximos**

Para lluvias normales (< 20 mm), se puede estimar un coeficiente de escurrimiento del 20%. En el caso de eventos importantes de lluvias, es de esperar que el coeficiente de escurrimiento sea del orden del 35% o más. Estos bajos valores son el resultado de la alta permeabilidad y la elevada tasa de evaporación del sector.

Considerando que el 35% de una lluvia de 57 mm en 24 horas (1 en 500 años) escurre superficialmente, el rendimiento unitario para las cuencas del sector de Collahuasi, bajo estas condiciones extremas, sería de aproximadamente 230 L/s/km^2.

En condiciones normales, considerando una precipitación máxima anual en 24 horas de 19,6 mm, el rendimiento por unidad para las mismas cuencas tendría un valor aproximado de 45 L/s/km^2.

5.1.2.5 *Hidrogeología*

La Cordillera de Collahuasi cuenta con una formación acuífera del lecho de rocas fracturadas que aflora en numerosos sectores y sirve además para recargar las formaciones acuíferas en niveles inferiores. Las formaciones acuíferas en terrenos aluviales y en ignimbrita fracturada en la cuenca de Ujina / Michincha tiene una gradiente hacia el noroeste en dirección hacia la cuenca de Coposa.

Las formaciones acuíferas de las cuencas de los salares están ubicadas en una secuencia estratigráfica compleja de depósitos volcánicos y sedimentarios, los que son muy variables en su permeabilidad y transmisibilidad.

a) Formación Acuífera de Roca de la Cordillera de Collahuasi

La Cordillera de Collahuasi está integrada por rocas de la Formación del mismo nombre, como asimismo lo están las minas de pórfido de Rosario y Ujina. Rosario en la vertiente oeste y Ujina en éste.

La presencia de una napa subterránea se detecta en las fracturas al interior de los estratos volcánicos y sedimentarios menores algo impermeables. Información obtenida en sondajes señala que las fracturas son numerosas e interconectadas entre sí, formando un nivel freático aproximado.

La situación es algo más compleja en la mina de pórfido de Ujina, debido a que en dicho sector la formación Collahuasi está super impuesta por una capa de grava que a su vez está super impuesta por la ignimbrita de Ujina. La capa de grava y posiblemente la parte inferior de la ignimbrita contienen aguas subterráneas.

El acuífero de la Cordillera de Collahuasi aflora en bofedales que se ubican en una especie de círculo que rodea la Cordillera, principalmente a cotas entre los 4.300 y 4.600 metros. La distribución de los bofedales a una cota aproximadamente uniforme indicaría la posibilidad de una formación acuífera en el lecho de roca que se interconecta en forma horizontal a través de la totalidad de la cordillera. Sin embargo, la distribución precisa de los bofedales y la presencia de áreas saturadas adyacentes a áreas secas en la misma cota, indicaría que la ubicación exacta de los bofedales es controlada por fracturas u otras variaciones en la permeabilidad.

La interconexión del acuífero por fracturas en la roca también controla los afloramientos de agua en las quebradas, por lo que el pie de Rosario tendría conexión hidráulica con cursos superficiales y el drenaje del pie disminuirá flujos superficiales en una proporción que puede

ser superior al 50%[6].

En la Figura 5.1-7, se presenta el perfil esquemático del acuífero sobre roca fracturada en la cadena montañosa de Collahuasi. La distribución real del agua subterránea en fracturas puede ser muy irregular.

b) Formaciones Acuíferas en la Depresión de los Salares

Como se señalara anteriormente, los niveles freáticos en las cuencas de Coposa y Michincha, aparentemente formarían un solo sistema de gran envergadura con un flujo general de sur a norte, eventualmente hasta el Salar de Empexa o el Salar de Uyuni. A continuación se describe cada uno por separado.

- **Sistema Acuífero Salar de Coposa**

La cuenca del Salar de Coposa es una cuenca endorreica que se desarrolla en la zona altiplánica de la Primera Región de Chile. La cuenca posee una superficie aproximada de 1.116 km^2, y contiene al Salar de Coposa con una superficie de 85 km^2. En este salar está emplazada la laguna Jachucoposa con una superficie que varía entre 3 y 7 km^2. La precipitación media anual para esta cuenca es de 169 mm.

Las características geológicas de las diferentes unidades de la cuenca de Coposa permiten identificar las siguientes unidades hidrogeológicas:

1. Unidad basamental: corresponde a rocas impermeables asignadas al basamento de la cuenca, correspondientes a las unidades paleozoicas e intrusivos.

2. Ignimbrita Huasco: corresponde a la mencionada unidad, la cual se distribuye bajo toda la cuenca de Coposa. El espesor se ha considerado máximo en el extremo Noroccidental, con una potencia de 300 metros. Se considera que disminuye gradualmente hacia el Este y el Sur, alcanzando valores mínimos de 200 metros. Corresponde al acuífero inferior del sistema, el cual presenta características de transmisividad y coeficiente de almacenamiento con gran variabilidad, producto de fracturas.

3. Ignimbrita Pastillos: corresponde al conjunto de Tobas de cenizas y sedimentos asociados

[6] Montgomery et al, 1995. "Evaluación y modelación hidrogeológica cuenca Salar de Coposa."

a la unidad geológica de este nombre. Su distribución es máxima en el borde oriental disminuyendo hacia el Oeste. Sus características como acuíferos son bajas, con bajas transmisividades en toda la unidad.

4. Depósitos Recientes: corresponden a los depósitos fluvio-aluvionales y depósitos asociados al salar. Sus características como acuífero es variable, dependiendo del origen y granulometría de los sedimentos. Se considera prácticamente impermeable en el área del salar propiamente tal. Su distribución es máxima asociada al sector central de la cuenca.

La evaluación de la recarga promedio anual del sistema acuífero se realizó tomando en cuenta los siguientes estudios:

- Balance hídrico de Chile. Dirección General de Aguas, 1987.
- Modelo Tridimensional Hidrogeológico del Flujo de Aguas Subterráneas Cuenca del Salar de Coposa. GP Consultores Ltda. 1998.
- Salar de Coposa. Resacher, Alonso y Salazar, Dirección General de Aguas, 1999.

En la Figura 5.1-8 se muestra el funcionamiento conceptual del sistema acuífero de la cuenca del Salar de Coposa. El flujo de las aguas subterráneas en la cuenca de Coposa es desde los cerros hacia el valle y, en el valle mismo, se orienta hacia el norte (hacia el Salar). Las equipotenciales muestran que es perfectamente posible un flujo subterráneo desde la cuenca de Michincha y hacia la cuenca de Coposa (Figura 5.1-9). En la cuenca del Salar de Coposa se identifican 3 flujos principales de recarga del sistema acuífero:

- Infiltración de las aguas lluvias precipitadas en el valle de la cuenca (recarga).
- Infiltración de las aguas lluvias precipitadas en el sector Oeste de la cuenca (recarga)
- Infiltración de las aguas lluvias precipitadas en el sector Este de la cuenca (recarga)

Los flujos de salida de aguas del sistema acuífero a través de la superficie del terreno está dada por: i) Evaporación de las aguas subterráneas a través del suelo del Salar; y ii) Caudal de aguas subterráneas alumbradas por la vertiente Jachucoposa.

En la cuenca del Salar de Coposa se ha identificado un flujo de egreso subterráneo hacia el Salar de Empexa, el cual es de pequeña magnitud (Resacher et al, 1999 lo estima en 6 l/s y GP Consultores, 1998, lo evalúa en 2 l/s)[7].

Por otra parte, en la cuenca del Salar de Coposa se ha identificado un flujo de ingreso

[7] Resacher et al, 1999 lo estima en 6 l/s y GP Consultores, 1998, lo evalúa en 2 l/s

subterráneo desde la cuenca del Salar de Michincha, que aproximadamente va entre 211 y 156 l/s[8].

En cuanto a los límites en Vertical de la zona acuífera principal, y sobre los antecedentes geológicos e hidrogeológicos sobre el Basamento Mezosoico se identificaron las siguientes unidades acuíferas:

1. Ignimbrita Huasco. Se distribuye bajo toda la cuenca.
2. Roca Volcánica. Cubre completamente el sector Este de la zona activa de modelación.
3. Ignimbritas Pastillos. Corresponde a un conjunto de Tobas de cenizas. Su distribución es máxima en el borde oriental disminuyendo hacia el Oeste.
4. Depósitos recientes. Corresponden a depósitos fluvio-aluviales. Su distribución es máxima asociada al sector central de la cuenca.

Los volúmenes de agua por unidad de tiempo que están ingresando/saliendo de la zona activa del Salar de Coposa en la situación de equilibrio en el largo plazo (régimen permanente) y sin extracciones artificiales (régimen natural), se presenta en la Tabla 5.1-3.

Se observa que la recarga renovable total del área va aproximadamente entre 749 y 808 l/s, la cual retorna prácticamente en forma íntegra hacia la atmósfera por evaporación desde el salar y desde la laguna de Jachucoposa.

Collahuasi posee derechos de aprovechamiento de aguas por un caudal total de 867 l/s en la cuenca de Coposa. Desde fines de 1998 y hasta la fecha la compañía minera extrae aproximadamente 550 l/s de esta cuenca.

- **Sistema Acuífero Salar de Michincha**

La cuenca del Salar de Michincha es superficialmente endorreica, tiene una superficie de 294 km^2 y contiene al Salar de Michincha que tiene 2,5 km^2. En dicho salar hay una laguna que posee una superficie de 0,2 a 1 km^2. Las precipitaciones anuales son de aproximadamente 200 mm.

Las características geológicas de las diferentes unidades aflorantes en la cuenca de Ujina-Michincha permiten identificar las siguientes unidades hidrogeológicas:

1. Depósitos Aluvio-coluviales: corresponden a una unidad sedimentaria de edad

[8] GP Consultores, 1998.

Cuaternaria formada principalmente por clastos graníticos, volcánicos, fragmentos de ignimbrita y cenizas volcánicas. Esta unidad se caracteriza por ser permeable y de rápida infiltración; por sus condiciones de selección granulométrica y permeabilidad conforman una unidad interesante como vía de recarga; tiene un espesor promedio de aproximadamente 42 metros y una profundidad máxima de aproximadamente 157 metros. Hacia la zona central la cuenca tiene tendencia a aumentar su porcentaje de arcillas y en algunos casos se interdigita con depósitos salinos.

2. Ignimbrita Ujina: corresponde a una unidad de tobas soldadas, que presenta diferentes grados de fracturamiento, por ende, con una permeabilidad variable. Esta unidad aflora en superficie al suroeste de la cuenca, y de acuerdo a las perforaciones que la han atravesado, se puede considerar que su potencia en la cuenca es superior a los 300 metros.

3. Basamento Indiferenciado de Rocas: corresponde a diferentes tipos de rocas que incluyen rocas ígneas (plutónicas y volcánicas) y sedimentarias. La datación de esta unidad corresponde al paleozoico-mesozoico y concuerda con los afloramientos que s encuentran en el oeste de la cuenca. Esta unidad presenta una porosidad y permeabilidad considerada despreciable, constituyendo el basamento hidráulico de la cuenca.

La evaluación de la recarga promedio anual del sistema acuífero se realizó tomando en cuenta los siguientes estudios:

- Balance hídrico de Chile. Dirección General de Aguas, 1987.
- Modelo Tridimensional del Flujo de Aguas Subterráneas Cuenca del Salar de Michincha, I región, Chile. GP Consultores Ltda. 1999.

En la Figura 5.1-10 se muestra el funcionamiento conceptual del sistema acuífero de la cuenca del Salar de Michincha. Se observa que el flujo de las aguas subterráneas en la cuenca de Michincha es desde los cerros hacia el valle y, en el valle mismo, se orienta hacia el norte (hacia el Pabellón del Inca). Las equipotenciales muestran que es perfectamente posible un flujo subterráneo desde la cuenca Michincha y hacia la cuenca Coposa. Además, descarta cualquier posible flujo hacia o desde las cuencas del Salar de Alconcha (sector sur este de la cuenca) y del río Loa (sector sur de la cuenca).

De acuerdo con las equipotenciales de la Figura 5.1-9, en la cuenca del Salar de Michincha se identifican 3 flujos principales de recarga del sistema acuífero:

- Infiltración de las aguas lluvias precipitadas en el valle de la cuenca (recarga)

- Infiltración de las aguas lluvias precipitadas en el sector Oeste de la cuenca (recarga)
- Infiltración de las aguas lluvias precipitadas en el sector Este de la cuenca (recarga)

Los flujos de salida del agua subterránea a través del terreno son: i) Evaporación de las aguas subterráneas a través del suelo del salar; y ii) Afloramiento de agua subterránea en la vertiente Michincha o Corriente y su posterior evaporación en la laguna del salar.

De acuerdo con los antecedentes geológicos e hidrológicos, sobre el Basamento Mesozoico (que se asume como impermeable) se identificaron las siguientes unidades acuíferas:

1. Depósitos Aluvio coluviales: se distribuye en parte de la cuenca y corresponde a una unidad sedimentaria de edad cuaternaria. Se caracteriza por ser permeable y de rápida infiltración.

2. Ignimbrita Ujina: se distribuye bajo toda la cuenca y corresponde a una unidad de tobas soldadas, con una permeabilidad variable.

Los volúmenes de agua por unidad de tiempo que están ingresando/saliendo de la zona activa de Michincha en el largo plazo y sin extracción artificial (régimen natural) se presenta en la Tabla 5.1-4.

La recarga renovable del acuífero de Michincha se estima en 351 L/s, el que casi en su totalidad corresponde al flujo efluente de agua subterránea hacia el Salar de Coposa (por costados del cerro Pabellón del Inca). GP Consultores (1998) evalúa, que dicho flujo está comprendido entre 345 y 286 L/s (caudal promedio anual). Se estima que dicho flujo estaría ingresando a la cuenca del Salar de Coposa principalmente por la falla del Pabellón, la cual se estima entre 211 y 156 L/s.

En la cuenca existen derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas constituidos por un caudal total de 579,4 L/s, de los cuales 264 L/s pertenecen a la Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi. A la fecha otra compañía minera (Quebrada Blanca) está explotando un pozo, del que extrae un caudal aproximado de 45 l/s

5.1.2.6 *Edafología*

El área de influencia del proyecto, en el Area Mina-Planta, se sitúa dentro de suelos mixtos, en el borde de suelos definidos como lithosols sierozems (suelos áridos minerales) y lithosols con suelos forestales café (suelos minerales con desarrollo de estratos orgánicos).
Las características físicas de estos suelos presentan una gran variación local, dependiendo

de la formación y procesos de depositación de suelos madres. Los suelos son arenosos a areno-arcillosos y en la mayoría de los casos porosos. Esto es un indicador de la moderada a alta permeabilidad, con una rápida infiltración de precipitación o agua superficial al subsuelo.

Los suelos de texturas más finas se desarrollan en las quebradas y en el fondo y sobre volcanes viejos como en el interfluvio de Collahuasi. Al respecto, los suelos del interfluvio Collahuasi son más apropiados para el desarrollo de vegetación.

Para determinar la granulometría de los suelos del área Mina-Planta se realizaron muestreos de suelo en 8 sitios. En la Figura 5.1-11 se pueden ubicar los sitios de monitoreos de suelo y en la Tabla 5.1-5 se presentan las características granulométricas de los suelos del área de Ujina y Michincha.

De la Tabla se desprende que los suelos del área presentan un alto contenido de arenas gruesas a finas (46-85 %) con un bajo contenido de limo y arcilla (3-8 %).

En el año 1995, para el Area Mina-Planta, se realizaron ensayos de infiltración por unidad estratigráfica. En la Tabla 5.1-6 se presenta un resumen de los resultados obtenidos.

De los resultados de la Tabla 5.1-6 se puede concluir que los suelos (aluviales y coluviales) del área Mina-Planta son de permeabilidad baja a muy baja (10^{-4} - 10^{-5} cm/s). Las rocas (Ignimbrita Ujina, Formación Collahuasi), presentan valores de conductividad hidráulica de alta permeabilidad.

Se debe tener presente que la calificación de permeabilidad de los materiales (alta, media, baja, etc.) es diferente para suelos y rocas. Así, por ejemplo, una conductividad hidráulica de 10^{-4} cm/s corresponde a un suelo de baja permeabilidad, pero a una roca de permeabilidad alta.

En el sector de la planta concentradora, la napa de agua subterránea se ubica por debajo de los 100 m. Los valores de conductividad hidráulica (del orden de 10^{-4} cm/s) se asocian a suelos de baja permeabilidad. En la roca subyacente (Ignimbrita Ujina) al suelo, los valores de conductividad hidráulica (del orden de 10^{-4} cm/s) se asocian a rocas con alta permeabilidad.

En el sector de Ujina (botadero de estéril) está ubicado directamente sobre roca. El nivel de la napa de agua subterránea varía entre los 85 y 164 m de profundidad. Los valores de conductividad hidráulica en roca (Ignimbrita Ujina), entre 10^{-3} y 10^{-4} cm/s, indican que se trata de una roca con alta capacidad de infiltración.
El sector donde se localizan obras tales como: taller de camiones, estanque de agua,

oficinas, bodega Ujina está constituido por rocas superficiales. La napa de agua subterránea se encuentra a unos 100 m de profundidad. Los valores de conductividad hidráulica de esta roca (del orden de 10^{-4} cm/s) indican que se trata de una roca de alta permeabilidad.

Complementariamente se realizó un análisis de las características químicas de los suelos en el área de las instalaciones, y cuyos resultados se presentan en la Tabla 5.1-7. Los parámetros analizados correspondieron a metales, aniones, nutrientes, pH y materia orgánica (%). Las estaciones monitoreadas son las mismas representadas en la Figura 5.1-11.

Los elementos predominantes en todas las muestras son: Ca, Fe, S y Na. Los elementos Sb, Cd, Cr, Hg, Pb, Mo, Se y Ag se presentan como elementos traza. El pH de los suelos varía entre 5,2 en la Ignimbrita Ujina en el área de Queñoa (cerca del tranque de relave en Ujina) y 7,6 en la Quebrada La Represa.

En la muestra del salar, el sito 5, presenta la más alta concentración de Mn (10.55 mg/kg) y las más bajas concentraciones de Fe (1,159 mg/kg) y Cu (8,77 mg/kg) en comparación con el resto de las muestras, en que los rangos varían entre: 111 y 461 mg/kg Mn, 29,71 y 58,99 mg/kg Fe, y 32,5 y 109 mg/kg Cu. En el salar de Michincha, en las muestras 12-14, la acumulación de sodio en el rango de 938-2.275 mg/kg, en comparación con los valores de 477-1151 mg/kg del resto de las muestras, es un indicador de la evaporación y concentración de sales en el salar.

En general los niveles de metales no son limitantes del desarrollo de vegetación, al igual que los niveles de P y K (importantes nutrientes para las plantas). La excepción son los sitios 12 y 14 que presentan los mayores niveles de As, 17,2 y 39,7 mg/kg respectivamente; y los sitios 6 y 10 quebrada La Represa y estación Ujina, que presentan los mayores niveles de Pb, 66,7 y 151 mg/kg respectivamente. Sin embargo, los niveles de N son bajos en comparación con suelos de áreas agrícolas.

5.1.2.7 *Ruido y Vibraciones*

CMDIC desde 1997 está llevando a cabo monitoreos de ruido industrial en diferentes áreas operativas (áreas de óxido, mantención y concentradora). A continuación se presentan los resultados obtenidos en la última campaña realizada en septiembre de 2000.

En el área de Oxidos el Leq fluctuó entre 67,8 y 84,4 dB(A), en el área de Mantención el Leq fluctuó entre 74,2 y 92,4 dB(A) y en el área de la Concentradora el Leq fluctuó entre 82,2 y 92,3 dB (A). Por otro lado, las mediciones indican que el ruido de fondo se encuentra por debajo de los 50 dB(A), estimándose en que éste es de 45 dB(A).

5.1.2.8 *Calidad del Aire*

Para caracterizar la calidad del aire del Area Mina-Planta se cuenta con los datos de 2 estaciones de monitoreo de MP10 y PTS, y que corresponden a: Ujina y Coposa (Figura 5.1-12). A continuación se presentan los resultados obtenidos para cada una de ellas.

- **Estación Ujina**

Para esta estación se han utilizado los datos de MP10 y PTS para los períodos junio-noviembre 1999 y enero-marzo 2000. En la Tabla 5.1-8 se presenta el resumen de los resultados obtenidos en la estación. Es importante destacar que esta estación de monitoreo es de uso interno de la CMDIC, y está localizada en un área de operación minera, como lo es el sector del rajo Ujina y sus botaderos.

En el período comprendido entre junio y noviembre de 1999 las concentraciones de PTS oscilaron entre 57 y 655 μg/m^{3}N, superándose la norma de 260 μg/m^{3}N en seis ocasiones (29% de las mediciones), mientras que en el período comprendido entre enero y marzo de 2000, las concentraciones de PTS oscilaron entre 16 y 88 μg/m^{3}N, no superándose en ninguna ocasión la norma (Figura 5.1-13).

Por su parte, las concentraciones de MP-10 en el período junio-noviembre de 1999 fluctuaron entre 29 y 351 μg/m^{3}N, superándose la norma de 150 μg/m^{3}N en cuatro ocasiones (20% de las mediciones), mientras que en el período enero-marzo de 2000, las concentraciones fluctuaron entre 3 y 48m μg/m^{3}N, no superándose la norma en ninguna ocasión (Figura 5.1-13).

- **Estación Coposa**

Para esta estación se han utilizado los datos de MP10 y PTS para los períodos enero-octubre 1999 y abril de 2000. En la Tabla 5.1-9 se presenta el resumen de los resultados obtenidos en la estación. Es importante destacar que esta estación de monitoreo está localizada en un área aledaña al campamento y al sector administrativo de la mina.

En el período comprendido entre enero y octubre de 1999 las concentraciones de PTS oscilaron entre 11 y 306 μg/m^{3}N, superándose la norma de 260 μg/m^{3}N en dos ocasiones (4% de las mediciones), mientras que en abril de 2000, las concentraciones de PTS oscilaron entre 51 y 172 μg/m^{3}N, no superándose en ninguna ocasión la norma (Figura 5.1-14).

Por su parte, las concentraciones de MP-10 en el período enero-octubre de 1999 fluctuaron entre 10 y 176 μg/m^{3}N, superándose la norma de 150 μg/m^{3}N en una ocasión (2% de las

mediciones), mientras que en abril de 2000, las concentraciones fluctuaron entre 18 y 72 μg/m^{3}N, no superándose la norma en ninguna ocasión (Figura 5.1-14).

5.1.2.9 *Calidad del Agua Superficial y Subterránea*

Collahuasi ha llevado a cabo un monitoreo de las aguas, tanto superficiales como subterráneas en el área Mina-Planta, a fin de observar la calidad físico química de ellas a través del tiempo. Este monitoreo comenzó el año 1997, efectuándose, hasta la fecha, mediciones en 36 puntos de interés (9 de aguas superficiales y 27 de aguas subterráneas), los cuales han conformando la red de monitoreo actual del proyecto Collahuasi. El monitoreo en su totalidad ha incluido los sectores de Coposa, Michincha, Ujina, Huinquintipa y Guatacondo. Las estaciones de muestreo de calidad del agua tanto superficiales como subterráneas se presentan en la Figura 5.1-15.

La red de monitoreo está compuesta por aquellos puntos definidos como relevantes, sobre la base de su representatividad del área en estudio y su consideración en la evaluación de los impactos del proyecto hacia aguas abajo. Los puntos corresponden a:

- **Aguas Superficiales**

Sector Coposa

- Laguna (CSW-2)
- Vertiente (CSW-5)

Sector Michincha

- Laguna (MSW-2)

Sector Huinquintipa

- Quebrada San Daniel (QDH-1A)
- Quebrada Huinquintipa (QDH-2)

Sector Chiclla

- Quebrada Chiclla (QDC-1)

Sector Huatacondo

- Vertiente de Huatacondo (HTC-1)
- Vertiente de Huatacondo (HTC-3)
- Vertiente de Huatacondo (HTC-4)

- **Aguas Subterráneas**

Sector Coposa

- Pozo Salar Coposa (CWE-38), (CWE-12)
- Cuenca (CWE-6), (CWE-19), (CWE-1), (CWE-2), (CWE-8), (CWE-9), (CWE-34), (CWE-35)

Sector Michincha

- Pozos en Salar Michincha (M-17), (M-18), (M-27)
- Pozos en Mina Ujina (M-22), (M-5), (M-4), (M-12)

Sector Pique Rosario

- Agua Pique Rosario (CUW-1)

Sector Botaderos Mina

- Pozo 1 control Botaderos Mina (MAU-1)
- Pozo 2 control Botaderos Mina (MAU-2)
- Pozo 3 control Botaderos Mina (MAU-3)

Sector Tranque de Relaves

- (MA-01), (MA-02B), (MAU-4), (MAU-5), (MAU-6), (MAU-7), (MAU-8)

En las secciones siguientes se resume el comportamiento de los puntos de control de la red de monitoreo (tanto superficial como subterránea) respecto de los límites establecidos en la

norma de riego (Norma Chilena Nº 1333) y de la norma de agua potable (Norma Chilena Nº 409).

5.1.2.9.1 *Análisis de Resultados*

El análisis detallado de las mediciones efectuadas en estos puntos se presenta en Tablas y Figuras del Anexo B. En estas se muestra el comportamiento de cada parámetro de interés monitoreado en aguas superficiales.

También se incluye el análisis de un seguimiento gráfico a las magnitudes en concentraciones de cobre, hierro, manganeso y sulfatos, para los cursos de agua más relevantes, ya que estos parámetros son representativos de las operaciones mineras del Proyecto.

Antes de comenzar con la descripción de la calidad del agua cabe mencionar que las concentraciones de línea base a que se hace referencia en el texto, corresponden a un promedio de las concentraciones medidas en períodos normales. En situaciones de crecida o lluvias intensas (invierno boliviano), los sólidos arrastrados aumentan, y por lo tanto, aumentan también los contenidos de ciertos elementos. De la misma manera, hay que recordar que las condiciones naturales de los suelo de esta zona es rica en minerales, lo que a veces se ve reflejado en la concentración de determinados parámetros medidos. Los valores máximos registrados en eventos de crecida se incluyen en el Anexo B.

Aguas Superficiales

- **Sector Coposa**

Los puntos de monitoreo que se ubican dentro de esta zona están vinculadas a la Laguna y la Vertiente de Coposa (CSW-2 y CSW-5, respectivamente). Los muestreos realizados dentro del período que abarca los años 1997 a 2000 indican que se trata de aguas con pH de entre 6,3 y 8,2, con altos valores de conductividad (entre 1.310 y 2.185 us/cm), valores que permiten identificar el agua como relativamente salina.

Además las concentraciones promedio de sólidos disueltos sobrepasan la norma permitida tanto de riego para el caso de CSW-2 (con 856 mg/L), como de agua potable para el caso de CSW-5 (con una concentración de 1.915 mg/L).
Si bien en la zona se manifiesta el efecto de dilución ejercido por las lluvias que ocurren durante los meses de diciembre a marzo (invierno Altiplánico), este no alcanza a ejercer

influencia sobre la variación en la calidad de las aguas durante el año.

El punto de monitoreo CSW-2, Laguna Jachucuposa (ver Tabla B-1, Anexo B) presenta una buena calidad, con valores de cobre y hierro bajo la norma chilena. El sulfato también cumple con el límite establecido en la norma de riego, aunque el valor medio se presenta cercano ésta. Además presenta concentraciones que superan la norma de riego para los parámetros de boro, sodio porcentual y sólidos disueltos. La norma de agua potable es superada levemente para el parámetro de arsénico. El agua de esta vertiente es de condiciones similares al agua subterránea del pozo CWE-6 (Tabla B-14, Anexo B), que se ubica en las cercanías del salar.

Respecto del punto de monitoreo CSW-5, Vertiente de Coposa (ver Tabla B-2), los valores de cobre y hierro también presentan cumplimiento de la norma de riego, con valores algo más altos que los presentados en el punto CSW-2. El valor de concentración media del sulfato, en este caso, supera casi 5 veces la norma de riego, mientras que el arsénico supera la norma de agua potable en forma leve. Para esta misma estación los parámetros de sodio porcentual y boro superan la concentración permitida en la norma de agua de riego. La concentración de sólidos disueltos supera dos veces el margen entregado por la norma de agua potable.

- **Sector Michincha**

El sector de Michincha está representado por el punto de monitoreo MSW-2. Sus resultados evidencian una buena calidad del agua, a excepción del parámetro potasio que supera la norma de riego y la de agua potable (12,7 mg/L). El fluoruro supera la norma de agua potable y el arsénico supera marginalmente la norma de agua potable (0.056 mg/L), esto debido a un evento puntual (10/dic/00) de superación de norma de agua potable (ver Tabla B-3, Anexo B).

Los resultados de monitoreos efectuados para el período entre los años 1998 y 2000 entregan información que dice que en general las aguas del sector de Michincha presentan valores de pH neutros (en el orden de 7), con bajos valores de salinidad (baja conductividad y bajo nivel de sodio porcentual) y concentración de hierro (0,12 mg/L). Las aguas de esta vertiente, son de condiciones muy similares de las aguas subterráneas de los pozos (pozos M-17, M-18 y M-27) del sector del Salar de Michincha (Tablas B-20, B-21 y B-22, Anexo B).

- **Sector Huinquintipa**

El sector de Huinquintipa considera dos puntos de monitoreo; el punto QDH-1A (ver Tabla B-4) ubicado en la quebrada San Daniel y el punto QDH-2 (ver Tabla B-5) ubicado en la quebrada Huinquintipa, aguas abajo del anterior.

Los muestreos se llevaron a cabo dentro del período de marzo de 1999 hasta abril del año 2000. La estación QDH-2 es la más cercana al poblado de Huatacondo.

El punto QDH-1A presenta un pH neutro, alcanzando un valor medio de 6,9. Respecto de otros elementos de interés, los parámetros cobre, hierro y sulfatos presentan cumplimiento de la norma de riego y agua potable. La norma de riego sólo se supera levemente en el parámetro sodio porcentual.

Por su parte, el punto de monitoreo QDH-2 también presenta un pH neutro con un promedio de 7,5. Adicionalmente, este punto muestra excedencia de la norma de agua potable en los parámetros hierro y manganeso, mientras que la norma de agua para riego es excedida por los parámetros de cobre, manganeso y sodio porcentual.

El hecho de que el agua en el punto de monitoreo QDH-2 (aguas abajo del sector de monitoreo QDH-1) exceda la norma de riego para cobre, puede deberse a que la zona por donde escurre el agua de la quebrada corresponde a una zona mineralizada naturalmente, además en este sector históricamente ha existido explotación minera de pequeña escala (pirquineros).

- **Sector Chiclla**

En esta zona existe la quebrada Chiclla donde se ubica la estación de monitoreo QDC-1. Los monitoreos se efectuaron entre junio de 1997 y noviembre del año 2000.

Las características de pH sitúan a esta agua como un cauce neutro. Su baja conductividad promedio (104 µs/cm) y la baja concentración de sodio porcentual promedio(24,5 %), indica que el agua es relativamente dulce, de buena calidad. Los metales como cobre, hierro y manganeso muestran concentraciones promedio relativamente bajas. Otros elementos metálicos también presentan baja concentración, lo que es concordante con el pH que presenta el agua.

- **Sector Huatacondo**

En esta zona existe un afloramiento de escorrentía superficial caracterizado por la Vertiente de Huatacondo, lugar donde se emplazan tres puntos de monitoreo HTC-1, HTC-3 y HTC-4 (ver Tablas B-7, B-8 y B-9, Anexo B). Los monitoreos se llevaron a cabo desde marzo de 1997 a noviembre del año 2000.

Las aguas se caracterizan por valores de pH relativamente neutros, si bien sólo se cuentan con datos para HTC-1. Los altos valores de conductividad promedio (3.552 µs/cm) junto con los datos disponibles de concentraciones en sodio porcentual (39 %), reflejan el grado de salinidad en esta agua. En general estos tres puntos de monitoreo presentan una buena calidad, con valores bajos de parámetros, tales como aluminio, cromo y níquel.

Los valores de cobre y hierro presentan cumplimiento de las normas en todos los puntos de monitoreo, con tendencia al descenso aguas abajo (de HTC-1 a HTC-4). Por su parte, los sulfatos presentan valores medios por sobre la norma de riego y la norma de agua potable. Los resultados indican también que los parámetros de concentración de boro (del orden de 3 mg/L), cloruros (del orden de 500 mg/L) y sólidos disueltos(2.450 mg/L), sobrepasan tanto la norma de riego como la norma de agua potable en cada una de las tres estaciones. El manganeso sobrepasa la norma de agua potable sólo en el punto HTC-1, donde también el valor de sodio porcentual (39,3%) sobrepasa la norma de agua de riego.

Aguas Subterráneas

- **Sector Coposa**

Los monitoreos que existen en esta área se pueden separar en dos conjuntos, aquellos cercanos al Salar de Coposa (estaciones CWE-12 y CWE-38, Tablas B-10 y B-11 en el Anexo B) y aquellos ubicados sobre la Cuenca de Coposa (estaciones CWE-1, CWE-2, CWE-6, CWE-8, CWE-9, CWE-19, CWE-34 y CWE-35, representadas por las Tablas de B-12 a B-19 en el Anexo B). Los periodos que abarca el seguimiento efectuado, comprenden desde Enero de1998 a Abril del año 2000.

En general los valores de pH del área se sitúan en un rango bastante amplio (entre 3,2 y 8,8). Dentro de este conjunto es relevante destacar los pozos CWE–8 y CWE-9 que presentan un pH promedio entre 3,2 y 4,9, lo que refleja un agua de características ácidas. Haciendo referencia a mediciones realizadas para la línea base del proyecto original de Collahuasi, se puede argumentar que esta zona está clasificada como naturalmente ácida. Estas mismas mediciones describen el agua del pozo CWE-6 como levemente básica. Dentro de este mismo grupo se encuentran los pozos CWE-1, CWE-2, CWE-12 y CWE-19, cuyos pH promedio presentan valores de entre 6,5 y 7,6

Con respecto a la salinidad del agua de esta área, se puede indicar que se sobrepasa en gran parte de los pozos el nivel de 35% en sodio porcentual estipulado en la norma de riego; al mismo tiempo que se obtiene un amplio rango de conductividad promedio (309 a 9.160 us/cm). De este modo se puede identificar como fuentes levemente salinas a los cauces asociados a los pozos CWE-12, CWE-34, CWE-8 y CWE-19, y fuertemente salinas a CWE-38, el cual posee una conductividad promedio de 13.530 µs/cm.

Salar de Coposa

Respecto de los metales, el punto CWE-12 supera la norma de riego en cobre (0,54 mg/L) y hierro, que también supera la norma de agua potable; por su parte, el punto CWE-38 presenta superación de las normas para el hierro.

Para otros parámetros, se tiene que para el Salar de Coposa las dos estaciones de monitoreo evidencian que ambas normas de calidad del agua son excedidas para los parámetros de manganeso (del orden de 0,78 a 3,7 mg/L), sulfatos (del orden de 984 a 2.690 mg/L) y sólidos disueltos (1.936 a 9.708 mg/L). Para el pozo CWE-12 el arsénico sobrepasa ambas normas de calidad del agua (0,528 mg/L). En esta estación las concentraciones de molibdeno, cobalto, fluoruros y boro exceden también la norma de agua para riego.

Cuenca de Coposa

Por su parte el punto de monitoreo CWE-6, el cual se ubica aguas arriba del punto CWE-12, presenta valores de pH básicos, del orden de 8 a 9 (ver Tabla B.14). La concentración de cobre y sulfatos se presenta por debajo de la norma de riego; mientras que los parámetros hierro, boro y sodio porcentual exceden el valor de referencia de dicha norma.

El pozo de monitoreo CWE-8 (Tabla B15, Anexo B) se ubica aproximadamente 8 km hacia el este del punto de monitoreo CWE-6 y presenta bajos valores de pH, del orden de 3 a 4, lo que clasifica a esta agua como levemente ácidas. La concentración de cobre (0,06 mg/L) sobrepasa levemente la norma de riego. El hierro, aluminio, boro y los sulfatos también superan la misma norma.

Aproximadamente 8 km sur del punto CWE-8 se ubica el pozo CWE-9 (Tabla B-16, Anexo B), el cual también presenta características leves de acidez, aunque con valores de pH superiores a los registrados en el pozo CWE-8. Tanto el cobre como los sulfatos cumplen con la norma de riego, mientras que el hierro la supera ambas normas.

Hacia el suroeste del pozo CWE-9 se encuentra el pozo CWE-2 (Tabla B-13, Anexo B). Este pozo presenta un pH neutro. Supera levemente la norma de riego para el hierro y para el sulfato y manganeso supera ambas normas.

El punto de monitoreo CWE-19 (Tabla B-17, Anexo B) se ubica aproximadamente 4 km al sureste del punto CWE-2, formando una línea casi recta con el punto CWE-9. En este punto se registra una leve baja de pH respecto del punto anterior, obteniéndose valores de entre 6 y 7. Tanto el cobre como el hierro presentan cumplimiento de la norma de riego mientras que el sulfato la supera por casi 2 veces.

Para la zona de la Cuenca de Coposa la concentración de manganeso en los pozos excede las dos normas de agua, llegando a concentraciones de 16 mg/L, excepto por lo que ocurre en las estaciones CWE-34 y CWE-35 (Tablas B-18 y B-19, Anexo B) que no presentan excedencia de este parámetro, y sólo el hierro excede la norma.

Por su parte, el sodio porcentual supera la norma de agua de riego en la mayor parte de las estaciones referidas a la Cuenca de Coposa, con valores generalmente entre los 50 y 60%. Otros elementos como el boro, el cloruro y el sulfato sobrepasan las normas de agua potable y de riego, pero sólo en casos puntuales.

- **Sector Michincha**

En esta área se emplazan siete puntos de monitoreo que representan dos zonas: la zona del Salar Michincha con las estaciones M-17, M-18, M-27 (ver Tablas B-20 a B-22 en el Anexo B), y la zona de la Mina Ujina con las estaciones M-22, M-5, M-12 y M-4 (ver Tablas B-23 a B-26 del Anexo B). Los periodos que abarca los monitoreos efectuado, comprenden desde abril de 1999 a abril del año 2000.

El pH promedio de esta agua, en todas las estaciones se caracteriza por ser relativamente neutro con una suave tendencia a valores básicos (entre 6,9 y 8,5). Con respecto a la salinidad de las aguas del Salar de Michincha, ésta presenta un bajo valor ya que tanto los valores de conductividad y sodio porcentual son relativamente bajos y cuando existe el caso que el sodio porcentual supera la norma (M-4 y M-5), la conductividad es lo suficientemente baja (214 us/cm) para garantizar las características de agua relativamente dulce.

El parámetro que alcanzó altos niveles en casi todas las estaciones, fue el hierro. Este parámetro sobrepasa ambas normas en las estaciones de M-12, M-5 y M-17. En M-18, M-22 y

M-4 sólo se sobrepasa la norma de agua potable. Los valores promedio de concentración de hierro se encuentran entre los 0,4 y los 25 mg/L.

El manganeso, por su parte, sobrepasa ambas normas de calidad de agua en las estaciones M-12, M-17 y M-22. En la estación M-5, el manganeso sobrepasa solamente la norma de agua potable; con concentraciones promedio que oscilan entre 0,01 y 0,39 mg/L

Por otra parte, las estaciones M-18 y M-27 presentan concentraciones Sulfatos que exceden ambas normas de agua. Además, la concentración de nitrógeno amoniacal en las estaciones M-12 y M-17 sobrepasa la norma para calidad de agua potable, mientras que en la estación M-22 se sobrepasa la norma de riego, debido a la concentración de aluminio y plomo, este último parámetro excede la norma por un evento puntual (9 de mayo 1999). La estación M-27 sobrepasa la norma de riego, debido al exceso de concentración de boro y sólidos disueltos.

- **Sector Pique Rosario**

Los periodos que abarca el seguimiento efectuado comprende desde abril de 1999 a abril del año 2000.

En esta área se ubica la estación CUW-1 identificada como Agua Pique Rosario (ver Tabla B-26, Anexo B). Las condiciones de agua que se presentan son relativamente buenas, presentando una baja conductividad (255 µs/cm), bajo sodio porcentual (26%) y pH cercanos a 7 (promedio 7,46). Sin embargo tanto el hierro como el manganeso presentan valores que sobrepasan la norma de agua potable (0,78 y 0,15 mg/L, respectivamente).

A diferencia de otras fuentes de agua cercanas, en el sector del Pique Rosario no hay altas concentraciones de sólidos disueltos o de algún metal, exceptuando hierro y manganeso.

- **Sector Botaderos Mina**

Esta área está caracterizada por tres pozos que rodean el sector de botaderos de la mina: MAU-1, MAU-2 y MAU-3 (ver Tablas B-28 a B-30, Anexo B). Los periodos que abarca el seguimiento efectuado, comprende desde mayo de 1999 a diciembre del año 2000.

La tendencia de valores promedio de pH (7,5) permiten considerar estas aguas como neutras. Con respecto a la salinidad de esta fuente, se puede garantizar aguas dentro del

margen dulce, ya que presenta bajos valores de sodio porcentual y una conductividad promedio de baja magnitud (del orden de 250 µs/cm), aunque en tres casos se supera levemente la norma de agua de riego en el nivel de sodio porcentual (35,1; 35,9 y 38,6 mg/L).

Las concentraciones de hierro y manganeso para estas 3 estaciones presentan excedencia de las normas de agua.

Respecto de las concentraciones de cobre total, en la estación MAU-3, el valor promedio alcanza los 0,49 mg/L, sobrepasando la norma de agua de riego. El sodio porcentual supera la norma de riego en los pozos MAU-2 y MAU-3, y el boro supera la norma de riego en el pozo MAU-2.

- **Sector Tranque de Relaves**

Las estaciones existentes en esta área son MA-01, MA-02B, MAU-4, MAU-5, MAU-6, MAU-7 y MAU-8 (ver Tablas B-31 a B-37, en el Anexo B). Los períodos que abarca el seguimiento efectuado, comprende desde mayo de 1999 a abril del año 2000.

Los valores de pH están todos cercanos a 7, por lo tanto se puede considerar estas aguas como neutras. Los valores de cada estación presentan poca dispersión.

La conductividad de estos cursos subterráneos se manifiesta leve, de magnitudes entre 150 y 250 µs/cm, excepto para el pozo MA-01 que la conductividad alcanza hasta 807 µs/cm. Sin embargo las concentraciones de sodio porcentual son bajas (aunque en la estación MAU-4 se sobrepasa levemente la norma de este parámetro con un valor de 38 %), por lo que podría catalogarse esta aguas como relativamente dulces.

El hierro excede en todas las estaciones alguna norma. En las estaciones MA-01 y MA-2B el manganeso excede la norma de agua potable, y en los pozos MAU-4 y MAU-5 este parámetro además excede la norma de riego.

Existe presencia de cobre en las estaciones MA-1, MA-02B y MAU-5, cuyas concentraciones superan la norma de riego con valores promedio del orden de 0,24 a 0,36 mg/L.

Debe indicarse además que se sobrepasa levemente la norma de agua potable en MA-01 y MA-02B para los parámetros de sólidos disueltos y sulfatos.

5.1.3 Descripción del Medio Biótico

5.1.3.1 *Flora y Vegetación Terrestre*

El área Mina-Planta se encuentra en la Cordillera de los Andes, en el altiplano chileno, el cual se extiende desde el límite con Perú y Bolivia hasta las montañas andinas de la III Región, entre los 18° y 27° de Lat. Sur se caracteriza por la existencia de precipitaciones en forma de lluvia, principalmente en verano y presenta un gradiente de precipitaciones, que muestra una disminución de la pluviometría en sentido norte sur. Los factores determinantes de la fisionomía de las formaciones vegetales son principalmente la latitud y el relieve por lo tanto, las formas de vida existentes en esta región son muy homogéneas, aunque pueden resumirse en tres tipos biológicos principales: Plantas pulvinadas o en cojín; gramíneas cespitosas, pastos duros o pajas (Pajonal) y arbustos bajos de follaje reducido (Tolar) (Teillier 1998)[9].

- **Vegetación**

Generalmente se considera a la vegetación como el factor integrador de las variaciones naturales del medio, como asimismo, de las modificaciones debidas a la acción del hombre. Con el propósito de utilizar, en este sentido, las distintas comunidades vegetales presentes en el área se confeccionó una Carta de Ocupación de Tierras mediante la metodología elaborada por el CEPE/CNRS [10], desarrollada para Chile por Etienne y Prado, 1982 [11]. Esta metodología permite establecer, a través de la cartografía, una imagen o representación de la vegetación actual a un determinado nivel de percepción el cual depende directamente de la escala de trabajo. Para obtener una imagen general del área y en función del material de fotografías aéreas disponible se escogió emplear la escala 1:100.000, la cual corresponde a un nivel de percepción regional.

El área cartografiada (Figura 5.1-16), fue delimitada en 99 unidades homogéneas de vegetación diferentes entre sí, ya sea en cuanto a composición florística (especies dominantes) o a estructura de la comunidad (formación vegetal), tal como se muestra en la Tabla 5.1-14 y en la simbología de la Figura 5.1-16. Por otra parte, se denotan simbólicamente las comunidades azonales hídricas presentes en el área, esto se debe a que no poseen una superficie que permita su representación cartográfica, que en total corresponden a 37 puntos ubicados, en su totalidad, en quebradas con una mayor o menor pendiente. El detalle de estas comunidades se presenta en Tabla 5.1-10.

9 Teillier 1998

10 Cebtre d' Etudes Phytosociologiques et Ecologiques Louis Emberger/Centre National de la Recherche Scientifiqua. Montpelier, Francia.

11 Etienne M. y Prado C. 1982 Descripción de la Vegetación mediante la Carta de Ocupación de Tierras, Conceptos y manual de uso práctico. Ciencias agrícolas. Fac. Cs. Agrarias y Forestales, U. de Chile. 120 pag.

La vegetación se presenta en tres cuadros fisionómicos generales que son:

- Formaciones Herbáceas
- Formaciones Arbustivas
- Matorrales (corresponden a formaciones complejas de hierbas y arbustos, mezclados en diversos porcentajes de cubrimiento).

En términos generales, se puede señalar que la complejidad estructural de la vegetación del área llega a un máximo de tres tipos biológicos, con dos estratos verticales en al menos dos de estos tipos biológicos, lo cual se puede considerar como un nivel de baja complejidad.

La cobertura de la vegetación es escasa fluctuando entre sectores completamente desnudos (generalmente en las mayores altitudes) con una cobertura de menos del 1% hasta coberturas combinadas con un máximo de 75% (considerando la vegetación globalmente). Excepción de esto son las vegas y bofedales (formaciones herbáceas húmedas) en las cuales, debido fundamentalmente a un adecuado y permanente suministro hídrico, la cobertura es de casi el 100 %.

CMDIC en el invierno de 1999 realizó un estudio para determinar la cobertura vegetal en 10 sitios de monitoreo (parcelas), mediante el método Braun-Blanquet. Las coberturas vegetales de estos sitios se resumen a continuación.

- En el Sitio de Monitoreo Represa Abajo se estimó una cobertura total de un 60%.
- En el Sitio Represa Arriba se estimó una cobertura total de un 100%.
- En Yabricoyita 1, se estimó una cobertura total de 45%.
- En Yabricoyita 2 una cobertura total de 60%.
- En Yabricoyita 3 una cobertura total de 60%.
- En el Sitio del Salar de Michincha se estimó una cobertura de un 50% en una parcela, 80% en otra y 45% en la última.
- En la Quebrada San Nicolás se estimó una cobertura de un 80% en la primera parcela y un 90% en la segunda parcela.
- En el Sitio de monitoreo del Bofedal Huiquintipa se estimó una cobertura total de 90% en la primera parcela, 95% en la segunda parcela y 70 en la tercera parcela. En Jachucoposa se estimó una cobertura total de un 85%.
- En Quebrada de Huinquintipa abajo se estimó una cobertura de un 20%.

La composición florística de las unidades homogéneas es más bien sencilla, presentándose poco diversa entre las diferentes unidades, lo que le confiere al paisaje un aspecto

monótono y regular. El número total de especies dominantes (aquellas que marcan fisionómicamente el paisaje) alcanzó a 57, las que corresponden a una especie arbórea, 20 especies arbustivas, 30 especies herbáceas y 6 suculentas (cactos). El listado completo de estas especies y su código cartográfico se presenta en Tabla 5.1-11.

La mayoría de las especies dominantes son escasas y se presentan en situaciones particulares, encontrándose restringidas en distribución geográfica dentro del área. Sólo ocho de estas especies presentan una distribución más o menos generalizada donde resalta, definitivamente, la dominancia general en el área de la "paja brava" o "iru ichu" (*Festuca ortophylla* Desv.) que le confiere a la vegetación su aspecto de estepa fría de altura en los sectores de mayor altitud, siendo reemplazada en los sectores más bajos por *Stipa chrysophylla* Desv. "keiru ichu" con similar fisionomía. La segunda especie en importancia fisionómica es la "supo tola" (*Parastrephia quadrangularis*), arbusto resinoso, con hojas escamosas y apretadas a las ramas, de bajo porte (menos de 50 cm). Como especies acompañantes de importancia, ya que rara vez llegan a ser la primera dominante sino que más bien se asocian a alguna de las dos ya mencionadas, se puede citar a la "llaretilla" o "k'ota" (*Pycnophyllum molle*), el "chac'ke" (*Stipa nardoides*), la "tola" (*Baccharis incarum*) y el "puscayo" (*Opuntia sp.*).

Respecto a la producción primaria de estos ecosistemas, *a priori*, se puede indicar que esta es relativamente baja, debido principalmente a las bajas temperaturas y escasa precipitación, condiciones que además de restringir el crecimiento de la vegetación afectan la evolución de los suelos, los cuales como en general se presentan pobres y escasamente estructurados, con la consecuente limitación para el desarrollo de las especies vegetales que sobre ellos crecen. Esta reducida productividad se ve equilibrada, al menos en parte, por las grandes extensiones que cubre este tipo de vegetación; sin embargo el nivel de equilibrio con la fauna herbívora (consumidores primarios) lo compensan las vegas y bofedales, formaciones que a pesar de su escasa extensión, presentan altas tasas relativas de crecimiento, debido a las favorables condiciones hídricas en que se encuentran.

Para el área de estudio se registraron un total de 37 comunidades hidromorfas cuya composición florística y ubicación (localidad) se detalla en Tabla 5.1-12. Con el propósito de estructurar un análisis valorativo de la importancia relativa de estas comunidades para el área, éstas se agrupan en:

Bofedales	: (Comunidades 2, 4, 6, 9, 10, 11, 12, 23, 25, 26, 29, 30, 32, 33)
Vegas	: (Comunidades 5, 7, 8)
Pajonal hidromorfo	: (Comunidades 1, 3, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 27, 28, 31, 35, 36)

Tolar hídrico : (Comunidades 34, 37)

La primera de estas categorías, los bofedales, se caracterizan por la dominancia de la especie en cojín herbáceo *Oxychloe andina* "P'acko" (Juncaceae); acompañándola se encuentran dos tipos de especies, por una parte, pastos en "champas" vernacularmente denominados "Waillas" o "Pajas de agua" (*Festuca deserticola*, *Deyeuxia aff brevifolia*: *Poaceae*), y por otra, hierbas enanas rizomatosas que crecen entre los cojines de *Oxychloe* (*Werneria, Ranunculus, Lilaeopsis*) o en los ecotonos secos (*Arenaria*). Fisionómicamente corresponde a un paisaje ondulado, en donde los cojines hemisféricos, a veces con domo plano, están interrumpidos por cursos de agua, siendo su tamaño y forma normalmente determinados por la cantidad y velocidad del agua.

El segundo tipo de comunidad, vegas, corresponde a un cuadro fisionómico dominado por especies rizomatosas de tamaño bajo a medio, determinando un aspecto de césped, relativamente plano en donde el agua fluye como una lámina sobre la superficie o por microcanales. Generalmente presenta un higromorfismo edáfico menos elevado que los bofedales, encontrándose muchas veces asociados a estos en el ecotono con la vegetación zonal. Las especies dominantes más frecuentes son *Carex maritima var. misera y Scirpus acaulis*, dependiendo del contenido salino es posible encontrar *Puccinellia frigida* y *Festuca nardifolia*.

El tercer tipo de comunidad presente, el pajonal hidromorfo, corresponde a una comunidad no incluida en los humedales de las regiones norte del país[12], la cual no obstante es frecuente y abundante en toda el área, alcanzando incluso a la alta cordillera de la región de Atacama. Su principal diferencia con los sistemas normalmente definidos como humedales (vega y pajonal) responde a su suministro hídrico, el cual en esta área no tiene carácter permanente, además de los sustratos que son dominantemente minerales y no orgánicos; por otro lado la participación de especies rizomatosas es muy baja, resultando significativa la presencia de especies en "champas". Es decir este tipo de asociaciones (*Festuca deserticola - Deyeuxia aff. brevifolia*) con nulos o muy bajos porcentajes de *Oxychloe andina* y/o *Carex maritima var. misera*, no pueden ser incluidos en las denominaciones de vegas o bofedales, y no corresponden a humedales. No obstante, sí corresponden a formaciones vegetacionales azonales, las cuales cumplen importantes funciones en los sistemas biológicos del sector ecológico en que se insertan, presentando una alta resistencia y características productivas intermedias entre los humedales y la vegetación zonal (Pajonal y Tolar).
El último tipo de comunidad definido, el Tolar hidromorfo, dominado por *Parastrephia phylicaeformis* o *Parastrephia lucida* (Supo tolas o Tolas de agua), corresponde a una

[12] Faúndez y Gajardo, 1993.

comunidad con una importante participación de individuos arbustivos de las especies citadas, además de una mayor o menor participación de especies de gramíneas "en champa". Al igual que en la comunidad anterior, el régimen hídrico no es de carácter permanente por lo que no se considera como un humedal, sin embargo también corresponde a un tipo vegetacional azonal para el área.

Otro tipo de vegetación azonal importante, principalmente debido a su baja actual por la fuerte explotación a que debió ser sometida en épocas recientes, es el "queñoal", caracterizada por la dominancia fisionómica de la "queñoa" (*Polylepis tarapacana*), la única especie arbórea que se establece y desarrolla sobre los 4.000 m de altitud. Se encuentra presente en un pequeño sector de laderas rocosas en el sistema del cerro Yabricoyita y en las laderas este del cordón limítrofe con Bolivia, principalmente sobre escorias volcánicas.

En los valles cordilleranos es posible diferenciar una formación vegetal arbustiva con cactáceas ocasionales que difiere fisionómica y florísticamente de las zonas de estepa de altura.

La fisionomía de esta vegetación corresponde a un matorral bajo (arbustos e hierbas de coberturas escasas a medias, homogéneo, encontrándose ocasionalmente la especie columnar de la familia Cactaceae *Oreocereus variicolor*. Dentro de las especies arbustivas acompañantes se puede citar el "pingo-pingo" (*Ephedra breana*) y la "ojala" o "piyaya" (*Atriplex imbricata*).

En estos ambientes, tanto en las planicies o pampas altiplánicas como en las laderas y cumbres, la vegetación se encuentra en buen estado, excepto aquellas formaciones que en el fueron intensamente explotadas, como son los "llaretales" y "queñoales". La densidad de la cubierta vegetal es baja, como su diversidad florística, con una escasa estratificación pero todo esto producto de las rigurosas condiciones hídricas y térmicas en las cuales esta vegetación debe desarrollarse.

- **Flora**

En el sector correspondiente al Área Mina-Planta se encontraron un total de 171 especies vegetales repartidas en 33 familias lo que representa aproximadamente el 75,3 % del total de especies encontradas para el proyecto y un 17,9 % del total de familias nacional. La Tabla 5.1-13 entrega el detalle del total de familias, géneros y especies presentes en el Área Mina-Planta.
Las familias más importantes dentro de este sector corresponden a ASTERACEAE con 58 especies (33,9 %), POACEAE (12,3 %) y FABACEAE (7,01 %).

De las formas de vida presentes en este sector cabe señalar que la más importante corresponde a la categoría CAMEFITA con 55 especies (32,16 %), siendo la subcategoría Caméfita la más representativa de este grupo. En segundo lugar se encuentra la categoría HEMICRIPTOFITA con 44 especies (25,7%) pertenecientes a la sub categoría Hemicriptófitas. El detalle de las formas de vida presentes en el Área Mina-Planta se entrega en la Tabla 5.1-14.

5.1.3.1.1 *Estados de Conservación*

En el área Mina-Planta existe una especie arbórea que está en categoría de conservación, se trata del *Polylepis tarapacana* (Queñoa) que está en estado Vulnerable. Hay una especie arbustiva que está en la misma categoría de conservación (Vulnerable) y es la *Azorella compacta* (Llareta).

5.1.3.2 *Fauna Terrestre*

El presente análisis incluye las cuencas de los salares de Coposa y Michincha, donde CMDIC desarrolla diversas acciones relacionadas con su actividad minera en la zona. A continuación se identifica y analiza la presencia de especies de fauna en el área Mina-Planta, identificando especies de mamíferos, aves, anfibios y reptiles presentes en el Salar de Coposa (Figura 5.1-17).

5.1.3.2.1 *Aves*

Para evaluar el estado actual de la avifauna, se han realizado las siguientes campañas de terreno:

- Invierno 1997
- Verano 1998
- Invierno 1998
- Verano 1999
- Invierno 2000

En la Tabla 5.1-15 se presentan los resultados de los avistamientos de avifauna (individuos por especies) en las campañas de invierno 1997, verano 1998, invierno 1998, verano 1999 e invierno 2000, para los salares de Coposa y Michincha (Figura 5.1-17). Las aves observadas corresponden a 8 ordenes, 13 familias y 25 especies. Este ensamble está formado por

especies características de la puna, todas ellas ampliamente distribuidas en la ecoregión.

- **Análisis de la Avifauna por Salar**

Considerando la presencia y ausencia de especies de aves por fecha (primavera y verano) se nota en general poca diferencia entre ellas, indicando en general que el ensamble de aves acuáticas es relativamente estable durante el año. Constituyen sin embargo, diferencias la ausencia de la perdiz y del suri en las cercanías de los salares de Coposa y Michincha durante la visita de agosto 97. Dicha ausencia se puede atribuir a la sequía invernal en la zona. Estas especies herbívoras buscan humedales en las partes más altas que las alejan del salar. La ausencia del queltehue de la puna y del chorlo de la puna en la misma época, es atribuible a desplazamientos locales, de hecho durante los meses de invierno-primavera al menos, la primera especie es avistada ocasionalmente en la costa, existiendo registros para la desembocadura del río Lluta y en Arica e Iquique respectivamente.

Por otro lado, la ausencia de avistamientos del blanquillo, pato jergón grande y tagüita del norte durante la visita de enero 98, tiene más bien relación con la baja densidad de esas especies en la zona. Los avistamientos de esas especies por lo general han correspondido a ejemplares solitarios o parejas aisladas.

No existe una gran variación estacional en el número de especies en el Salar de Coposa. En el Salar de Michincha se ve un leve aumento en el número de especies en la estación de verano.

El ensamble de aves acuáticas del Salar de Michincha está más asociado a ambientes en que existe vegetación azonal (bofedales) y macroinvertebrados (crustáceos, annelidos, etc.) lo cual permite la existencia de aves acuáticas herbívoras (piuquénes y omívoras (ej. patos); la existencia de una laguna somera, permite la presencia ocasional de flamencos o parinas.

Finalmente la comparación entre la avifauna acuática encontrada en los salares (Tabla 5.1-15) indica algunas diferencias particulares para cada sector. Así por ejemplo el salar de Coposa, y en especial la laguna de agua dulce asociada a la vertiente, se caracterizó por las presencia de tagüita chica y tagua andina, ausentes en otros sectores, mientras en el salar de Michincha se detectó en forma exclusiva el zambullidor blanquillo.

La comparación entre los dos salares estudiados muestra en general una reducción en el número de especies entre el Salar de Coposa y Michincha, aspecto probablemente

relacionado con el menor tamaño del Salar de Michincha.

Respecto a abundancias por especie, el salar de Coposa mostró siempre dominancia numérica del flamenco andino (2.192 = 73,6% en agosto 1997 y 898 = 84,8% en enero 1998).

En Michincha la especie más abundante fue el piuquén (42 individuos en verano 1998), pero en términos generales no hay una dominancia, en términos de abundancia, de alguna especie en particular.

- **Análisis de Censo de Parinas en Salar de Coposa**

Para el análisis de las poblaciones de Parinas (flamencos) en el Salar de Coposa, se dispone de información recogida en las siguientes fechas: agosto de 1997, enero de 1998, agosto de 1998, enero 1999, agosto 1999 y agosto 2000

Los valores de la Tabla 5.1-16 muestran diferencias respecto al periodo de invierno de 1998 (fase de desarrollo del fenómeno ENSO 97/98), en el que se presentó una población de 3.603 flamencos. El actual periodo de baja densidad probablemente pruebe a futuro ser una fase post- El Niño de baja representación de individuos, a causa de la sequía y baja temperatura.

Durante el censo de invierno 2000 llamó la atención la escasa cantidad de flamencos chilenos con respecto a las otras dos especies (agosto 1998 y 2000).

Las actuales cifras de las especies flamenco chileno y flamenco andino son comparables en cantidad a aquellas del periodo invernal 1998. No así las cifras de flamenco de James, las cuales si bien presentan un repunte respecto al año anterior (invierno 1999), no alcanzan las cifras que mostraron durante el invierno 1998.

Los valores de la Tabla 5.1-16 muestran diferencias respecto al periodo de verano 1998 en el cual, se presentó una población total relativamente similar de flamencos (1059 vs. 1360), pero con un notable aumento de los flamencos de James en enero 1999 y una reducción del número de flamencos andinos en el mismo período.

Las cifras de los veranos 1998 y 1999 presentadas en la Tabla 5.1-16 indican cambios sustanciales en las abundancias de las tres especies de flamenco presentes en el área. En el caso del flamenco de James se observa un aumento del 1058 % (60 a 635 individuos).
La población de flamencos chilenos mostró una reducción poblacional, menor que en el periodo de verano 1999. Se registró una reducción del 23,8% (101 a 77 individuos). En el caso

del flamenco andino la población bajó en un 27,8% (898 a 648 individuos).

5.1.3.2.2 *Mamíferos*

Las especies de mamíferos registradas en las áreas de Coposa, Ujina y zonas aledañas (Figura 5.1-17), se presentan en la Tabla 5.1-17.

Existen 3 ordenes, 7 familias y 12 especies de mamíferos en el Area Mina-Planta, dentro de los que destacan la vizcacha (existe un sector cercano a Ujina donde hay una colonia de vizcachas), gato colocolo, tuco-tuco, vicuña, cuy, zorro culpeo y 5 especies de ratones.

- **Camélidos**

Entre el 13 y 14 de noviembre de 1998 se realizó un censo de vicuñas (Tabla 5.1-18), registrándose un total de 134 individuos, en distintos sectores de la cuenca de Coposa y Michincha. En forma complementaria en septiembre de 1999 se realizó un censo donde se registraron vicuñas y llamas, encontrándose 31 vicuñas y 228 llamas (Tabla 5.1-19).

5.1.3.2.3 *Anfibios*

Los anfibios están representados en el área por dos especies, de las cuales sólo está clara la identidad específica de *Bufo spinulosus* Wiegmann. La otra especie del género *Telmatobius* corresponde al complejo *peruvianus* Wiegmann, no debiendo descartarse la probabilidad de existencia de más de una especie en el área.

Las poblaciones locales de ambas especies son sumamente localizadas y restringidas a las pocas vertientes de agua dulce de las distintas cuencas. En la Tabla 5.1-20, se resume la información existente sobre el sector, destacando en general que ambas especies conviven en las cuencas de Coposa y Michincha.

En el Salar de Coposa, las dos especies viven restringidas a la vertiente de Jachucoposa y en el Salar de Michincha a la vertiente que alimenta el salar por el sur.

5.1.3.2.4 *Reptiles*

La zona de estudio está habitada por cuatro especies de lagartijas (familia Iguanidae) características de la ecoregión de la puna. De estas especies destaca *Liolaemus alticolor*, *Liolaemus multiformis* y *Velosaura aymararum* como especies más frecuentes, habiendo sido detectadas en los salares de Coposa y Michincha. La especie *Velosaura jamesi* también presenta amplia distribución en el altiplano, pero sólo fue registrada en la cuenca de Coposa (Tabla 5.1-21).

Debe considerarse en general que las abundancias y la densidad de estas especies es sumamente baja y su distribución es probablemente por parches, derivado de distintos nichos tróficos, preferencias distintas de hábitat, marcado territorialismo, entre otras razones poco estudiadas y que no corresponden al presente proyecto. Por las mismas razones se evitó manipulación de individuos y captura mas allá de las necesarias para identificar las especies.

5.1.3.2.5 *Estado de Conservación de los Vertebrados*

Según se infiere de la Tabla 5.1-22, algunas especies de aves, mamíferos y reptiles que habitan el sector de influencia de la mina, están en algún estado de conservación. De las especies que cuentan con información destacan dos especies en peligro (ñandú y gato colocolo) y 7 especies vulnerables (sapo de rulo, tagua gigante, flamencos, cuervo de pantano y perdíz de la puna). Las demás especies no cuentan con antecedentes o están fuera de peligro.

5.1.3.3 *Limnología*

Para la caracterización limnológica del Salar de Coposa, se han realizado campañas de monitoreo (1997-1999). En la Figura 5.1-18 se presenta la ubicación de las estaciones de monitoreo. Para la caracterización del Salar de Michincha se utilizó la información del EIA de Collahuasi de 1995 (Geotécnica, 1995)[13].

5.1.3.3.1 *Salar de Coposa*

[13] Geotécnica, 1995. Estudios de Impacto Ambiental. Proyecto Minero Doña Inés de Collahuasi.

- **Período 1997 - 1998**

En este período se realizaron cuatro muestreos, dos en verano (diciembre 1997, marzo 1998) y dos en invierno (agosto 1997 y 1998).

La composición zooplanctónica durante la época de verano registró cambios entre diciembre 1997 y marzo 1998, presentándose en el primer muestreo los taxa Copepoda Calanoida (*Boeckella poopoensis*) y Copepoda Harpacticoida como los más importantes en frecuencia y abundancia. Se observó además la presencia de copépodos juveniles exclusivamente en el transecto 2 que corresponde al más profundo. En el segundo muestreo se registró una disminución de los grupos quedando el taxón Copepoda harpacticoida como dominante. En el sedimento se presentaron los taxa Copepoda Harpacticoida y Ostracoda cuyas abundancias en general fueron bajas.

En el primer muestreo de invierno de 1997, la columna de agua presentó una alta frecuencia y abundancia del taxón Copepoda Calanoida (*Boeckella poopoensis*), así como también un aumento importante en la abundancia de copépodos juveniles, los cuales se presentaron en todas las estaciones analizadas. En el segundo muestreo los grupos se mantuvieron, no obstante sus abundancias fueron bajas. Se debe destacar que en estos meses fue donde se observó mayor cantidad de agua en el salar. En el sedimento se presentó el taxón Ostracoda como el más frecuente, mientras que los copépodos harpacticoideos sólo se presentaron durante agosto 1997 en el transecto 1, el cual se caracterizó por ser más somero que el transecto 2.

Los datos muestran que durante la época de verano existe una alta dominancia de copépodos calanoideos (*Boeckella poopoensis*) en diciembre y copépodos harpacticoideos en marzo, mientras que en invierno se incorporan los copépodos juveniles los cuales en conjunto con los copépodos calanoideos comprenden los componentes más importantes del zooplancton durante esta época.

- **Período 1999**

El estudio realizado durante el período 1999, comprendió dos muestreos de verano (enero 1999 y diciembre 1999) y dos muestreos en invierno (abril 1999 y agosto 1999).

En los meses de verano se registraron principalmente Copépodos Harpacticoideos, los cuales se destacaron por sus frecuencias en todas las estaciones analizadas y una alta abundancia en el muestreo de diciembre. En este último muestreo se incorporaron los copépodos juveniles y los taxa Copepoda Calanoida (*Boeckella poopoensis)*, Ostracoda y

Nematoda, las cuales presentaron menores abundancias. En el sedimento se observó el grupo Ostracoda como el más frecuente, no obstante su abundancia fue baja; los grupos restantes tales como Nematoda, Copepoda Harpacticoida y Mollusca fueron menos frecuentes concentrándose principalmente en dos estaciones correspondientes a T4 y T6 (ver ubicación en Figura 5.1-18). Se debe destacar que los moluscos encontrados corresponden a especies accidentales, dado que su presencia en esta estación no es común, por lo tanto se podría pensar que durante este período existe un aporte de agua dulce que permite el desarrollo de estas especies.

En invierno se presentaron en forma frecuente y abundante los taxa Copepoda Calanoida *(Boeckella poopoensis)* y Copepoda Harpacticoida, del mismo modo los copépodos juveniles aumentaron notablemente, lo que nos indica que este periodo en donde se observó la mayor cantidad de agua en el salar, es el más óptimo para el desarrollo de estos grupos. Además se destaca dentro de la composición zooplanctónica registrada durante el mes de agosto el taxón Rotifera, el cual no había sido encontrado anteriormente en los análisis. Los taxones Ostracoda, Copepoda Cyclopoida (*Diacyclops bisetosus)* y Diptera, fueron los más escasos indicándose solamente para la estación T4 en ambos muestreos. La composición zoobentónica se caracterizó por presentar copépodos harpacticoideos y ostrácodos, los cuales en general presentaron bajas abundancias.

Los resultados indican que durante los meses de verano el grupo Copepoda Harpacticoida es el más dominante, mientras que en los meses de invierno la dominancia está dada por los copépodos juveniles, seguido por los copépodos calanoideos (*Boeckella poopoensis*) y harpacticoideos.

- **Análisis y Comentarios**

El salar de Coposa alberga una comunidad zooplanctónica y zoobentónica pobre en especies, lo cual es común en este tipo de lagunas donde las características del agua presentan condiciones salinas altas.

Los grupos registrados durante los periodos de estudio (1997 a 1999) corresponden a Nematoda, Rotifera, Ostracoda y Copepoda destacándose este último por presentar dos taxa Copepoda Calanoida (*Boeckella poopoensis*) y Copepoda Harpacticoida, las cuales se presentan como las más frecuentes y abundantes.

El zoobentos se compone principalmente de los grupos Nematoda, Ostracoda y Copepoda Harpacticoida, los que normalmente registran bajas abundancias. En este aspecto, es

importante señalar que los salares al ser lagunas de poca profundidad, sufren por efecto del viento un proceso de mezcla entre la columna de agua y el sedimento, lo que mantiene a los grupos bentónicos en suspención. Por lo tanto, se estima que la presencia de estos grupos bentónicos y su abundancia, tanto en la columna de agua como en el bentos dependerán de estas condiciones.

De acuerdo a los resultados el Salar de Coposa presenta cambios en su composición zooplanctónica entre verano e invierno, observándose un comportamiento biológico cíclico y de reemplazo de grupos taxonómicos, los cuales se van desarrollando a medida que las condiciones le son favorables.

El taxón Copepoda Calanoida (*Boeckella poopoensis)* se presentó normalmente en invierno cuando las lagunas fueron más profundas, esto además favoreció la presencia de copepodos juveniles lo que permite que la especie pueda mantenerse hasta que las condiciones le sean óptimas. Cuando las lagunas se tornan muy someras, normalmente en época de verano, *Boeckella poopoensis* desaparece y se produce un aumento en la abundancia de Copepoda Harpacticoidea, por efecto del proceso de mezcla, lo que mantiene a este grupo en suspención.

En general se puede señalar que los cambios en la composición y abundancia zooplanctónica y zoobentónica van a depender de la cantidad y calidad del agua que recibe el salar de coposa en forma natural.

Con respecto al Salar de Michincha, se puede señalar que su composición zooplanctónica presenta un mayor número de grupos taxonómicos, en donde se incorporan en forma abundante y frecuente los taxa Cladocera (*Alona* y *Daphnia*), Copepoda Cyclopoida (*Diacyclops bisetosus*) y Copepoda Calanoida (*Boeckella gibbosa*). Este salar, a diferencia del Salar de Coposa, se caracteriza por presentar lagunas de agua dulce lo que favorece el desarrollo de estas especies, las cuales pueden ser reemplazadas por otras. Esto último es posible debido a las condiciones óptimas que presentan estos tipos de ambientes, lo que le atribuye la capacidad potencial de albergar especies distintas a las que fueron observadas, lo que indicaría un esquema de sucesión temporal. No obstante estas serán muy inestables en el tiempo, puesto que su presencia dependerá directamente de la cantidad de agua dulce que ingrese al salar a través de las vertientes y riachuelos así como también dependerá de las condiciones ambientales, principalmente lluvias, vientos y evaporación.

5.1.3.3.2 *Salar de Michincha*

Los ambientes acuáticos más conspícuos del Salar de Michincha se encuentran en el tercio Sur del Salar, aparentemente conectados al afluente superficial, la vertiente de Michincha. En las cercanías de la vertiente existe un ambiente de tipo vegas y bofedales. En términos generales estos ambientes pueden ser considerados como de agua dulce, ya que muestran salinidad muy baja. La concentración de nutrientes vegetales (nitrato y ortofosfato) fueron relativamente elevadas en los salares.

El fitobentos del salar se puede caracterizar como dominado por diatomeas pennales, siendo los géneros más comunes Fragilaria y Navicula. Estos mismos géneros más Amphora y Nitzschia son los más comunes en el fitoplancton, apareciendo también algunas clorofíceas y cianobacterias.

El zooplancton en el salar está dominado por los microcrustáceos, copépodos y cladoceros. Los gupos más importantes en cuanto a abundancia y dispersión fueron el copépodo cilopoideo *Dyaciclops bisetosus*, el cladocero del género *Alona* y los copépodos calanoideos del género *Boeckella*. La fauna acuática macroscópica se caracterizó por la presencia de anfípodos (*Hyalella*) y los insectos corixidos en su fase acuática (*Lymnocorixa* y *Ectemnostegella*).

No se detectaron peces ni evidencias de ellos en el salar.

5.1.4 Descripción del Medio Construido

En el Area Mina-Planta están ubicadas las instalaciones de la CMDIC. Estas contemplan, los rajos, botaderos, tranque de relaves, planta de procesos, pilas de lixiviación, caminos de acceso y de servicio, el campamento, el aeródromo, líneas eléctricas, etc.

Collahuasi construyó un camino (Ruta A-625) desde el empalme de la Ruta 5, inmediatamente al norte de Pozo Almonte, hasta la mina. Esta ruta es de doble vía, asfaltada y presenta un óptimo nivel de servicio (A). Este camino fue entregado al uso público. Por la Ruta A-625 los vehículos de Collahuasi realizan diariamente un promedio de 170 viajes (desde/hacia la faena). Según el último censo del MOP (1998)[14], por esta Ruta se realizan 927 viajes diarios (punto de monitoreo en empalme con Ruta 5), con 51,9 % de vehículos livianos y 48,1 % de vehículos pesados. Actualmente Collahuasi representa aproximadamente un 18 % del flujo vehicular de la Ruta A-625. Además cuenta con

[14] MOP (1998)

aproximadamente 20 km de caminos en el sector de los yacimientos y planta, para el tránsito de camiones mineros, además hay aproximadamente la misma cantidad de kilómetros de caminos para el tránsito de vehículos livianos. Existe también un camino de 16 km que une la planta de Ujina con el campamento de Coposa.

Hay un acueducto de 20 km de extensión para transportar agua desde Coposa hasta las instalaciones de la Planta de Proceso. Existe una canaleta de conducción de relaves, que transporta el relave desde la Planta hasta el tranque de relaves.

El campamento está ubicado en el sector sur del Salar de Coposa y tiene una superficie aproximada de 34.000 km^2. Este campamento permite albergar simultáneamente a aproximadamente 900 personas. El campamento cuenta con un casino que tiene capacidad para 1000 personas aproximadamente.

Existe un taller de mantención de equipos mina. Este taller cuenta con instalaciones para reparaciones mecánicas y eléctricas; lavado de camiones y maquinaria; cambio de lubricantes, etc.

Existen oficinas que están ubicadas en Ujina, son de construcción modular y tienen una superficie aproximada de 1000 m^2.

Cercano al campamento (5 km aproximadamente) se localiza el Aeródromo Collahuasi.

Existe también en el Area de la Planta una subestación eléctrica, desde donde salen las líneas eléctricas que abastecen a la planta y todas las instalaciones del Area Mina-Planta.

5.1.5 Usos del Suelo

5.1.5.1 *Aptitud del Suelo*

En el Area Mina-Planta, se pueden encontrar tres tipos de usos de suelo: minero, salares y praderas naturales altiplánicas.

a) Minería

Este tipo de uso se da en el área Mina-Planta debido a las instalaciones propias de la faena, tales como planta concentradora, pilas de lixiviación, talleres, bodegas, tranque de relaves, rajos, botaderos de estéril, hotel, aeródromo, etc, corresponden a la CMDIC.

b) Salares

En relación a los salares, en el área cordillera existen dos salares en el área de influencia inmediata y corresponden al Salar de Coposa con una superficie aproximada de 85 km^2 y el Salar de Michincha con alrededor de 2,5 km^2.

c) Praderas Naturales Altiplánicas

Dentro del uso de Praderas Naturales Altiplánicas, se encuentran las asociaciones vegetales de bofedales, tolares y pajonales, las cuales se encuentran en amplias zonas del área Mina-Planta, el detalle de este uso y/o ocupación del suelo, se puede apreciar en el plano de vegetación desarrollado para esta zona (ver Figura 5.1-16).

5.1.6 Descripción Recursos Arqueológicos, Antropológicos e Históricos

A continuación se presenta una descripción del escenario actual de las instalaciones de Collahuasi en el Área Mina-Planta, y su relación con los yacimientos e hitos arqueológicos emplazados en este lugar (Figura 5.1-19).

Este estudio ha sido elaborado considerando la información arqueológica contenida en la Línea Base del Estudio de Impacto Ambiental Collahuasi (1995), y estudios posteriores encargados por CMDIC, y se presenta como un resumen y compendio de las acciones ejercidas en torno al Patrimonio Arqueológico, para sus áreas de explotación minera en torno a los Salares de Coposa y Michincha.

En este contexto, se entregan fichas resumidas de 85 sitios arqueológicos, así como una síntesis de sus contenidos y la forma en que han sido protegidos y/o intervenidos como parte de las medidas de mitigación (Anexo C).

- **Área de Estudio**

El área de estudio se localiza en la Primera Región del País y corresponde al Área Mina-Planta (Salar de Coposa, Salar de Michincha, Ujina, Pabellón del Inca, Rosario Grande, Yabricoyita, Huinquitipa, San Nicolás, Chiclla y Collahuasi).

- **Antecedentes**

Los salares de Coposa, Michincha y los sistemas de quebradas aledañas, se integran a las llamadas cuencas cerradas (endorreicas) interandinas de la Primera Región. Pese a las duras condiciones generales de aridez, altitud y frío, presentan las condiciones de agua y vegetación para atraer a una rica y variada fauna. En esta área se cuenta con antecedentes generales para la ocupación humana a partir de los 9.500 años antes del presente. Como evidencia de estas ocupaciones de cazadores, se han encontrado talleres líticos y asentamientos efímeros en aleros, fundamentalmente asociados a fuentes de materia prima y lugares aptos para la caza de camélidos. La ocupación masiva de los salares de altura se realizó durante el último periodo de cazadores: el Arcaico Tardío, incluyendo conocimientos rudimentarios de domesticación de animales.

La larga etapa pastoralista propia de nuestra Era, se encuentra representada en la región por sitios en aleros rocosos y recintos pircados (paskanas) y corrales en lugares cercanos a pastura. Durante este periodo se utilizó la cerámica y se encuentran las primeras evidencias de explotación minera precaria. Los asentamientos principales se encontraban en aldeas en los oasis como Pica y Tarapacá, y el sector de puna se transformó en lugar de paso y de pasturas.

Durante el llamado Horizonte Medio o tiempo de la influencia de Tiwanaku, Pica es incorporado como un asentamiento de importancia, con la actividad ganadera focalizada en los salares de Huasco y Coposa. Se establecieron las rutas caravaneras, verdadero flujo de productos entre los diferentes pisos ecológicos. Cuando decayó la influencia de Tiwanaku, se produjeron hegemonías locales, centradas en Pica y otras aldeas.

El periodo Inca duró menos de 50 años y registra pocos pero muy especializados sitios de mayor relevancia arquitectónica. Destaca en este sentido el Tambo de Collahuasi, las instalaciones mineras del Salar de Coposa, el paso del Camino del Inca y las estructuras rituales de altura. El imperio incaico ejerció un poder indirecto, a través de los Señoríos altiplánicos de Lupaqas y Caranzas.

En el periodo histórico, continúa la tradición pastoralista, pero se intensifica la actividad minera y el tráfico entre los oasis y el altiplano por huellas troperas.

La actividad minera histórica tuvo una práctica relativamente leve en tiempos coloniales, teniendo su mayor auge en tiempos republicanos, durante el siglo XIX y principios del XX. Actualmente, conviven con la actividad minera a gran escala residuos de la actividad pastoralista de individuos de origen aymara.

Los principales estudios arqueológicos realizados en el área general han sido hechos en el marco del SEIA, fundamentalmente para Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi y Cerro Colorado. Además de los reseñados en este informe, el estudio de impacto realizado para la construcción de la carretera Sagasca-Collahuasi (Briones y Romero 1996)[15] detectó un total de 51 sitios arqueológicos, de los cuales 32 tenían altas probabilidades de ser afectados por el trazado. Esta alta incidencia de sitios arqueológicos se explica en parte porque la mejor vía de circulación ha sido utilizada en el tránsito de personas y productos durante tiempos históricos y prehistóricos.

- **Síntesis**

En las fichas se reseña un total de 85 sitios arqueológicos, de los cuales destacan por su magnitud el Tambo Inca de Collahuasi y las instalaciones mineras históricas de La Grande y La Poderosa. A continuación se presenta un resumen por áreas.

Salar de Michincha: 17 sitios (CO-1 a CO-16 y CO-69), fundamentalmente recintos pircados y refugios prehispánicos con reutilización histórica, de magnitud relativamente menor. Ver fichas 1 a 16 y 69.

Ujina: 14 sitios (CO-17 a CO-29 y CO-71), asentamientos mineros con ocupación desde tiempos prehispánicos, pero fundamentalmente referidos a tiempos históricos. Destaca la presencia de la Estación de Ferrocarril, un cementerio, así como asentamientos y lugares de laboreo minero poshispánicos. El gran auge temporal habría estado dado por la explotación minera del primer tercio del siglo XX. Ver fichas 17 a 29 y 71.

Pabellón del Inca: 12 sitios (CO-30, CO-31, B-58 a B-67). Recintos pircados pequeños de filiación indígena ligados al Camino del Inca y a senderos de ascenso al cerro Pabellón del Inca. Destaca la presencia de un pequeño recinto en la cumbre del cerro (B-67). Reocupaciones por parte de pastores subactuales. Ver fichas 30,31 y 76 a 85.

Rosario Grande: 7 sitios (CO-32 a CO-34, CO-70, CO-72 a CO-74). Asentamientos mineros y refugios pircados utilizados fundamentalmente durante el siglo XIX y comienzos del siglo XX. Destaca la presencia de un tramo conservado del Camino del Inca (CO-72), asociado a una explotación minera de oro; y una zona de geoglifos (CO-74). Ver fichas 32 a 34, 70, 72 a 74.

15 Briones y Romero 1996

Yabricoyita: Tres sitios (CO-35 a CO-37). Corresponden a dos recintos pircados habilitados durante el siglo XIX y a un gran Tambo Incaico. Éste corresponde a un asentamiento complejo conocido como el Tambo de Collahuasi, el cual reviste la mayor importancia tanto por su envergadura como por su potencial informativo. Cumplió funciones en la red vial y la explotación minera del Tawantinsuyo. Ha sido objeto de una buena protección y un detallado diagnóstico para su preservación. Ver fichas 35 a 37.

Huinquintipa: sitios (CO-38 a CO-40). Recintos pircados y asentamiento minero de época hispánica tardía (siglos XVII y XVIII). Ver fichas 38 a 40.

San Nicolás: 2 sitios (CO-41 y CO-42). Asentamientos e instalaciones mineras realizadas en el siglo XIX y comienzos del siglo XX. Ver fichas 41 y 42.

Chiclla: 3 sitios (CO-43 a CO-45). Asentamientos mineros y cementerio asociados a la mina Jilguero y a la instalación minera de LA GRANDE, en funciones durante el primer tercio del siglo XX. Ver fichas 42 a 45.

Collahuasi: 24 sitios (CO-46 a CO-68 y "Estancia Aymara"). Asentamientos mineros de diversa índole, mayoritariamente ocupados durante la época Republicana (siglo XIX y comienzos del siglo XX), Destaca por su tamaño la instalación minera de LA PODEROZA (CO-56) y su cementerio asociado. Además, una instalación relacionada con el pastoreo de data subactual. Ver fichas 46 a 48 y 75.

5.1.7 Caracterización del Paisaje

La percepción de un determinado paisaje, resulta de la identificación de cierta cantidad de elementos (en general, abióticos, bióticos y antrópicos) los que se organizan y estructuran generando configuraciones características, como por ejemplo, paisajes de tipo cordillerano, rurales, desérticos, costeros, etc. La cantidad de elementos percibidos por un observador cualquiera respecto al paisaje, dependerá exclusivamente de la capacidad de éste para reconocer y diferenciar elementos. De esta manera, aún cuando el paisaje es una realidad accesible a todos, su caracterización es subjetiva por cuanto depende de la cantidad de elementos reconocidos por el observador.

Para efectos del análisis se entenderá por:

- Unidad de Paisaje: Porción de espacio geográfico que presenta una configuración de elementos característicos a ella y por lo tanto diferentes a los constituyentes de otra unidad.

- Cuenca Visual: Corresponde a la superficie observada desde distintos puntos de observación, y que permite definir una unidad espacial con límites definidos.
- Calidad Visual: Está definido por las características estéticas de los elementos constituyentes de un determinado paisaje.
- Fragilidad Visual: Está definido como la capacidad de un paisaje de absorber visualmente elementos ajenos a él.
- Sensibilidad Paisajística: Corresponde a la síntesis entre las características de calidad y fragilidad visual que tenga el paisaje.

La sensibilidad del paisaje se obtiene a partir de la combinación de valores de calidad y fragilidad visual (esta última también denominada vulnerabilidad visual). La primera está referida a las cualidades intrínsecas de sus elementos que son percibidos por un observador y la segunda a la susceptibilidad de un determinado paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él. Por lo tanto, la fragilidad visual es opuesta a la capacidad de absorción visual de un paisaje. Para este estudio los valores de calidad y fragilidad no se han definido explícitamente, sino que se han considerado sólo los atributos de los elementos que presentan esa categoría, mediante los cuales se determina su valor de sensibilidad.

Los valores de sensibilidad se pueden obtener a partir de las siguientes combinaciones de calidad y fragilidad:

- Paisajes con alta calidad y alta fragilidad: Sensibilidad Alta.
- Paisajes con cualquier combinación de valores de calidad y fragilidad que sean distintos entre sí o que ambos tengan la calificación media: Sensibilidad Media.
- Paisajes con baja calidad y baja fragilidad: Sensibilidad Baja.

De acuerdo a lo anterior, la sensibilidad total de la unidad de paisaje es el promedio de los valores de sensibilidad particulares a cada uno de los elementos que lo conforman. Los valores finales de sensibilidad tienen una calificación de:

- Bajo: (1,1-1,6).
- Medio: (1,7-2,3).
- Alto: (2,4-3).

5.1.7.1 *Caracterización General del Tipo de Paisaje*

El área Mina-Planta se ubica en el altiplano chileno de la I Región, unos 200 km al sureste de la ciudad de Iquique, entre los 3.800 y 4.600 m.s.n.m. Esta área se extiende entre las coordenadas geográficas 20°50' y 21°00' de Latitud Sur, y entre los 68°34' y 68°44' de

Longitud Oeste. En general constituye un paisaje principalmente de carácter abiótico, salvo la zona de bofedales y salares. Es un área intervenida, debido a la existencia de las instalaciones mineras de la CMDIC.

El área Mina-Planta corresponde a un típico ambiente cordillerano andino. Desde un punto de vista visual, destacan en este tipo de paisajes las características de las formaciones rocosas (formas y colores), los sistemas naturales formados en los salares y bofedales.

En el área Mina-Planta se pueden reconocer 2 grandes Cuencas Visuales, las que para efectos de su delimitación corresponden a las cuencas hidrográficas del Salar de Coposa y del Salar de Michincha (ver Figura 5.1-6). Las características más relevantes de cada una de ellas se detallan a continuación.

- **Cuenca Visual Salar de Coposa**

Esta cuenca está inserta en el cordón montañoso de Collahuasi. Posee un valle que corresponde al Salar de Coposa que se extiende hasta la zona sur de la cuenca y en cuyo alrededor comienza a aumentar la altura hasta superar los 4.500 m.s.n.m. El fondo escénico siempre está dominado por la línea de cumbres.

Respecto a la presencia de elementos antrópicos, destacan como hitos las instalaciones de la CMDIC, que corresponden básicamente al campamento, aeródromo, caminos, tendido eléctrico, etc.

Caracterización de la Cuenca Visual del Salar de Coposa

Elemento Valorado	Descripción	Sensibilidad
Morfología o Topografía	Relieves importantes en los bordes de la cuenca	3
Presencia de Agua	Laguna de Jachuchoposa y Vertiente de Coposa	3
Presencia de Vegetación	Bofedales y Vegas	2
Presencia de Fauna	Camélidos y variedad de aves asociadas al Salar (parinas)	3
Acción Antrópica	Campamento, Aeródromo, caminos, tendido eléctrico, etc.	2
Flora y Fauna en Estado de Conservación	Gato Colocolo, Ñandú, Zorro Culpeo, Flamencos, Vizcachas, entre otras.	3
Contrastes cromáticos	Contrastes cromáticos entre rocas	1
Forma de la Cuenca Visual	Alargada	3
Compacidad	Zonas de ocultamente	2
Fondo escénico	Importante	2
Tamaño de la Cuenca Visual	Visiones próximas	1
Unicidad del Paisaje	Paisajes andinos recurrentes	2
Marcas Visuales	Hitos negativos y positivos	1
Sensibilidad Media (2,0)		

- **Cuenca Visual Salar de Michincha**

Esta cuenca está inserta en el cordón montañoso de Collahuasi. Posee una valle que corresponde al Salar de Michincha y en cuyo alrededor comienza a aumentar la altura hasta superar los 4.500 m.s.n.m. El fondo escénico siempre está dominado por la línea de cumbres.

Respecto a la presencia de elementos antrópicos, destacan como hitos las instalaciones de la Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi, que corresponden básicamente a los rajos, botaderos, tranque de relaves, planta de procesos, pilas de lixiviación, aeródromo, caminos, tendido eléctrico, etc.

Caracterización de la Cuenca Visual del Salar de Michincha

Elemento Valorado	Descripción	Sensibilidad
Morfología o Topografía	Relieves importantes en los bordes de la cuenca	3
Presencia de Agua	Laguna de Michincha y quebrada de Huinquintipa	3
Presencia de Vegetación	Bofedales y Vegas	3
Presencia de Fauna	Camélidos y variedad de aves asociadas al Salar (parinas)	3
Acción Antrópica	Rajos de la mina, botaderos, Tranque de Relaves, Planta de Procesos, Pilas de Lixiviación, Aeródromo, caminos, tendido eléctrico, etc.	1
Flora y Fauna en Estado de Conservación		3
Contrastes cromáticos	Contrastes cromáticos entre rocas	1
Forma de la Cuenca Visual	Irregular	2
Compacidad	Zonas de ocultamente	2
Fondo escénico	Importante	2
Tamaño de la Cuenca Visual	Visiones próximas	1
Unicidad del Paisaje	Paisajes andinos recurrentes	2
Marcas Visuales	Hitos negativos y positivos	1
Sensibilidad Media (2,0)		

En resumen, de acuerdo con esta categorización de paisaje, las Cuencas Visuales del Salar de Coposa y del Salar de Michincha presentan sensibilidad Paisajística media, particularmente debido a que corresponden a paisajes andinos recurrentes, con presencia de elementos bióticos y abióticos importantes, pero a su vez bastante intervenida, debido a la presencia de las instalaciones existentes que pertenecen a CMDIC.

5.1.8 Riesgos

La descripción de los riesgos geológicos para el área Mina-Planta, considera la caracterización de la sismología, movimientos de remoción en masa y volcanismo.

5.1.8.1 *Sismología*

Chile se encuentra localizado en el borde de una gran franja geológicamente activa que se caracteriza por el movimiento de convergencia entre las placas de Nazca y Sudamericana.

Este movimiento implica el fenómeno de subducción de placas según un plano inclinado denominado Plano de Benioff, lo que genera deformaciones y tensiones que al liberarse provocan la casi totalidad de sismos de la Región.

Según el estudio de "Sismicidad y Peligro Sísmico en Collahuasi, I Región" realizado por la CMDIC en 1993, se concluye que:

- La sismicidad en la región está localizada a lo largo de la zona de Wadati-Benioff, la que es superficial cerca de la fosa y penetra bajo el continente con un manteo de aproximadamente 30º hacia el Este, de manera que los sismos bajo Collahuasi se ubican, en su mayoría, entre los 90 y 120 km de profundidad.

- Los resultados del peligro sísmico se presentan de dos maneras: aceleración máxima horizontal e intensidades macrosísmicas. En cuanto a aceleraciones, para un período de 30 años existe un 90% de probabilidades de no exceder un 30% de g., o lo que es lo mismo, existe un 10% de probabilidades de exceder un 30% de g. Si se extiende el período de interés a 50 y 100 años, existe un 90% de probabilidades de no exceder el 38% y el 50% de g respectivamente.

- Respecto a la intensidad macrosísmica, existe un 90% de probabilidades de no exceder VI-VII para 30 años, VII para 50 años y VII-VIII para 100 años.

5.1.8.2 *Movimientos de Remoción en Masa*

En el área Mina-Planta o en su entorno inmediato, no existen evidencias de que se hayan producido deslizamientos o derrumbes en los sitios de emplazamiento de las obras del Proyecto Collahuasi, tampoco se aprecian terrenos inestables con alguna potencialidad de ocurrencia de tal fenómeno.

Al respecto, cabe indicar que las suaves pendientes (en general < 10%) en que se emplazan dichas obras, favorecen la estabilidad natural de dichos terrenos.

No obstante lo anteriormente expuesto, existe un leve riesgo potencial de aluviones encauzados por las principales quebradas del sector: las Quebradas Represa Sur, Ujina y Jachu Ujina. Esto debido a las especiales condiciones climáticas imperantes, con pocas épocas de lluvias, granizadas e incluso nevadas concentradas durante el llamado Invierno Altiplánico. En el evento de una crecida importante, estas quebradas pueden encauzar caudales importantes de aguas de escorrentía superficial, las cuales debido a su energía pueden arrastrar volúmenes importantes de material detrítico y originar aluviones.

5.1.8.3 *Volcanismo*

En un radio de unos 55 de la zona de Ujina, es posible reconocer la existencia de 4 centros volcánicos potenciales activos. Ellos corresponden a los Volcanes Michincha (9 km al este), Iruputuncu (24 km al norte), Aucanquilcha (30 km al sur-este) y Ollagüe (55 km al este).

El cerro Michincha es el centro volcánico más occidental de una línea volcánica este-oeste que también incluye al volcán Olca, Cumbre Blanca y al Volcán Paruma. Estos son estrato-volcanes que primeramente han eruptado lavas viscosas del tipo andesíticas y dacíticas. Debido a que el Cerro Michincha es el volcán más cercano, el peligro de eventos volcánicos desastrosos proviene básicamente de ese volcán.

Las obras de infraestructura más cercanas se encuentran aproximadamente a unos 9 km al oeste de dicho volcán, próximas al límite de la distancia crítica (10 km) respecto a los posibles efectos de una erupción volcánica (flujos de lava, flujos piroclásticos, flujos laháricos, caída de cenizas y lapilli y deformación de terreno). En todo caso, la dirección de los vientos dominantes es principalmente hacia el este, lo cual dispersaría la tefra (cenizas y lapillis) en tal dirección.

La posibilidad que se produzca una erupción altamente explosiva, con ocurrencia de flujos ignimbríticos similares a los que dieron origen a las Ignimbritas Pastillos y ujina, se estima como muy poco probable en el período de vida útil de este proyecto; el último evento ignimbrítico que generó la existencia de la Ignimbrita Pastillos ocurrió hace unos 750.000 años.

5.2 ÁREA MINERODUCTO

5.2.1 Ubicación y Área de Influencia

El área Mineroducto se extiende entre la planta concentradora ubicada en el sector de Ujina, a una altura aproximada de 4.000 m.s.n.m y las instalaciones portuarias ubicadas en el sector de Punta Patache, unos 65 kilómetros al sur de Iquique, en un recorrido de aproximadamente 203 kilómetros (Figura 5.2-1).

En el área Mineroducto se ubica la tubería de conducción de concentrado de cobre propiamente tal, así como las estaciones de disipación de energía y las piscinas de seguridad donde el contenido del mineroducto puede acumularse en caso de emergencia.

5.2.2 Descripción del Medio Físico

5.2.2.1 *Clima y Meteorología*

El mineroducto atraviesa el Altiplano, la Precordillera, la Pampa del Tamarugal, la Cordillera Costera hasta llegar al Farellón Costero. Cada una de estas zonas presenta características bien definidas.

El sector costero está afectado por un clima desértico cálido, con abundantes nubes, el cual se reconoce por su alta humedad relativa, gran frecuencia de días nublados, déficit de lluvias, régimen térmico homogéneo y nieblas conocidas como camanchaca (ver sección 5.3.2.1, Clima y Meteorología Puerto Patache). Hacia el interior, el clima se caracteriza por una sequedad atmosférica, una fuerte oscilación térmica diaria y precipitaciones nulas. Este clima es conocido como desértico normal.

Al enfrentarse a la cordillera el clima empieza a cambiar, las condiciones se hacen porpias del desierto marginal de altura, el cual queda limitado al Oeste por el desierto normal y al Este por las estepas de altura. La precordillera y sierra conforman un límite geográfico, que impide el acceso de las influencias climáticas orientales hacia el occidente.

En la zona del Altiplano se desarrolla un clima de tundra, por efectos de altura, con aumento de las precipitaciones y un considerable descenso de la temperatura. Las precipitaciones en el Altiplano se deben al Invierno Austral (junio-septiembre) y el Invierno Altiplánico (diciembre-marzo) (ver Sección 5.1.2.1. Clima y Meteorología Area Mina-Planta).

5.2.2.2 *Geología - Geomorfología*

El margen occidental de Sudamérica se caracteriza por franjas norte-sur continuas por varios cientos o miles de kilómetros. A la latitud del proyecto (20° 50' sur) existen los siguientes elementos principales tal como se describe a continuación y se muestra en las Figuras 5.2-2 y 5.2-3.

- **Farellón Costero**

Rocas graníticas pertenecientes al Cretácico - Jurásico, su desarrollo alcanza los 500 m.s.n.m.

- **Cordillera de la Costa**

Rocas volcánicas y sedimentarios marinos, conjuntamente con rocas cristalinas y estratificadas. En este sector también se encuentran depósitos salinos.

- **Pampa del Tamarugal**

Se sitúa en el sector conocido como Depresión Intermedia, constituido litológicamente por mantos de rocas volcánicas terciarias (ignimbritas y riolitas), las cuales subyacen a importantes depósitos de sedimentos cuaternarios aluviales, así como a aluvionales salinos y salares propiamente tales.

- **Precordillera**

Estructura monoclinal con deformación activa que consiste en rocas cristalinas y estratificadas pre Neógeno. La parte norte está prácticamente cubierta de ignimbritas del Neógeno. La mineralización está asociada a intrusiones del Oligoceno, y forma el cinturón de depósitos de cobre y otros metales como el mineral de Collahuasi.

- **Salares o Depresión del Loa**

Depresión estructural al este del Risco Precordillerano, cuyo piso está formado por rocas Neógenas volcánicas. Contiene varios salares de tamaño intermedio a pequeños y la parte superior o cabecera del Loa.

- **Altiplano**

Estructura amplia y elevada con drenaje endorreico. Tiene un piso pre Neógeno de rocas cristalinas y estratificadas y una cubierta volcánica Neógena. Está descrito en detalle en el Sector Cordillera.

5.2.2.2.1 *Caracterización Area Mineroducto*

El área que corresponde al Mineroducto presenta un patrón fisiográfico en una secuencia en sentido oeste a este, constituida por: el Farellón Costero, la Cordillera de la Costa, la

Depresión Intermedia (Pampa del Tamarugal), el Cordón Montañoso Precordillerano, la Depresión de los Salares más Occidentales y del Loa, la Cordillera de los Andes y el Altiplano.

- **Farellón Costero Sur**

Esta unidad se presenta en un área que se extiende desde Pisagua hasta el sur de Iquique, en la cual existen acantilados y presencia de playas y terrazas litorales. En una de estas terrazas litorales es donde se encuentra Punta Patache, sector de embarque del mineral.

- **Cordillera de la Costa**

En esta unidad se encuentran algunos cerros que presentan alturas entre los 900 y 1500 m.s.n.m., como los cerros Orientación (940 m.s.n.m.), Pajonal (1215 m.s.n.m), Tres Cumbres (1277 m.s.n.m.), Pedregoso (1199 m.s.n.m.) y Rabo de Chancho (1500 m.s.n.m.), entre otros.

Este tramo del mineroducto, se desarrolla en depresiones sin desagüe como es el Salar Grande y las pampas de Las Zorras, Engañadora y Tente en el Aire, las cuales no presentan sales visibles.

Tectónicamente esta cordillera se encuentra fuertemente fallada y fracturada.

- **Depresión Intermedia o Pampa del Tamarugal**

Esta unidad se sitúa entre la quebrada Camiña por el norte y el río Loa por el sur. En este sector la depresión Intermedia corresponde a la llamada Pampa del Tamarugal y se caracteriza por ser una depresión rellena por grandes volúmenes de sedimentos en forma de abanico, y mantos que fueron arrastrados desde las quebradas, conformando un gran glacis de sedimentación interrumpido sólo por algunos cerros islas, como son el Cerro Alto de Buenaventura, Cerro Cachango, Cerro Gordo y Cerro Challacollo.

En este tramo del trazado del Mineroducto, se encuentran próximos los salares de Bellavista y Salar de Sur Viejo, los cuales reciben aguas de las quebradas de Cahuisa, Chipana, Higuerilla y La Ramada. La altura de este sector varía entre los 1000 y 2000 m.s.n.m.

- **Cordón Montañoso Precordillerano, Depresión de los Salares más Occidentales y del Loa y Cordillera de los Andes**

Esta unidad se extiende desde los 2000 m.s.n.m. hasta el cordón divisorio de aguas, cuyas cumbres más significativas están por encima de la cota de 5000 m.s.n.m.

En esta unidad se ubican todas las nacientes de los ríos, ya sea de los sistemas de cuencas exorreicas como de los sistemas de cuencas cerradas, y está conformada principalmente por los niveles superiores de un glacis de erosión y formaciones del geosinclinal andino, de edad cretácica y jurásica.

Las principales alturas de esta unidad territorial se representan por el Cerro de la Laguna (5202 m.s.n.m), Cerro Pabellón del Inca (5111 m.s.n.m.), Cerro Yabricoyita (5220 m.s.n.m.), Cerro Coposa (4660 m.s.n.m.), Cerro Sallihuinca (4520 m.s.n.m.), entre otros.

Además, entre el Cordón Montañoso Precordillerano y la Cordillera de los Andes se ubica la unidad denominada Depresión de los Salares más Occidentales y del Loa, la cual contiene, de norte a sur, los salares de Coposa, Ujina, Michincha y Alconcha, y parte del valle superior del Río Loa, también conocida como Quebrada Seca.

En esta zona existen numerosas quebradas, siendo las más importantes la quebrada Caya, Acacha, Guastipa, Huinquintipa y Guatacondo entre otras.

5.2.2.3 *Hidrología - Hidrogeología*

El escurrimiento superficial del sector oeste del Cordón Montañoso de Collahuasi drena hacia el Salar de Pintados (conocido como Salar de Bellavista en su extremo sur) y hacia el Salar de Llamara (o Soledad) (Figura 5.2-4).

Las aguas que drenan hacia el Salar de Pintados corresponden principalmente a los escurrimientos de las quebradas de Pasaca, Guastipa, Caya Vicuñera, entre otras que tributan la quebrada principal (Chacarilla). Al producirse eventos de precipitaciones se producen escurrimientos de aguas, los que se pueden infiltrar hacia la napa subterránea o llegar al Salar de Pintados, donde se evaporan.

Las aguas que drenan hacia el Salar de Llamara corresponden a los escurrimientos de dos quebradas principales: Guatacondo y Maní. La primera de éstas tiene como tributario las aguas de Huinquintipa y Copaquire. Las aguas de la quebrada Chiclla son tributarias de la quebrada Maní. Al igual que en el caso anterior, al producirse eventos de precipitaciones,

las aguas escurren por las quebradas y se infiltran a la napa subterránea; la escorrentía que continúa por la quebrada llega al Salar de Llamara, donde se evaporan.

Desde el Area Mina-Planta hasta los 3.000 m.s.n.m. el Mineroducto cruza pequeñas quebradas que tienen cursos intermitentes de agua, producto del escurrimiento originado por las precipitaciones. En la parte alta el trazado transcurre al norte de la quebrada Huinquintipa paralelo a dicha quebrada. El trazado del Mineroducto entre los 3.000 y 2.000 m.s.n.m. atraviesa dos quebradas menores (Chipana y Cahuiza) que tienen escurrimientos esporádicos de agua en los eventos de precipitaciones que ocurren en el sector. Bajo los 2.000 m.s.n.m. las precipitaciones disminuyen considerablemente, haciéndose prácticamente nulas bajo los 1.000 m.s.n.m. lo que se traduce en que el Mineroducto no cruza quebradas con escurrimientos de aguas.

En el sector del Cordón de Collahuasi existen bofedales que contienen cojines vegetacionales que forman acumulaciones de agua. Los bofedales se recargan por las napas subterráneas , ya que en los sectores aguas arriba de los bofedales no hay cursos de agua superficiales.

Los flujos de agua subterránea (precipitaciones infiltradas) tienen un patrón de escurrimiento similar al de las aguas superficiales, es decir drenan hacia el oeste alcanzando los salares de Pintados y Llamara, donde se evaporan luego de ascender por capilaridad.

5.2.2.4 *Edafología*

En el área del trazado es posible distinguir algunas unidades de suelos no consolidados como son:

- Relleno Aluvial de Conos y Llanos (Qa)
- Relleno coluvial y/o regolítico (Qer)
- Relleno aluvial de cauces recientes (Qf)
- Relleno Aluvial de Conos y Llanos (Qa)

Corresponden a los conos que se desarrollan a partir del aporte aluvial-aluvional suministrado por las quebradas del área, cuando éstas últimas alcanzan el pie de monte y se abren al llegar a los sectores más planos y bajos.

Están constituidos por alternancias de gravas con matriz limo-arenosa y arenas gruesas limosas mal graduadas, las cuales incluyen bloques de formas angulosas y subangulosas, de cantos subangulares a subredondeados, con tamaños de hasta 35 cm, en general no

mayores de 12 cm. Incluyen cierto porcentaje de finos, comúnmente variable entre 5 y 20%, de moderada a nula plasticidad, con un índice de plasticidad de hasta 16, en general menor o igual que 12.

En profundidad estos materiales también incluyen algunos niveles lenticulares de suelos más finos, del tipo de limos y arcillas, además de cenizas.

Son materiales que en algunos sectores presentan una estructura homogénea y en otras, una nítida estratificación subhorizontal. Por lo general presentan una capa superficial de 0,3 - 0,5 m de espesor de limo arenoso o arena limosa con gravas y bloques, además de raicillas, constituyendo un suelo de baja consistencia.

Los materiales que subyacen a esta capa superficial presentan una moderada a alta compacidad, con una densidad in situ que casi siempre supera los 1,8 T/m^3. La humedad natural de estos suelos aumenta con la profundidad, alcanzando valores de hasta 14%, en general menores que 9%, a 2 - 3.5 m de profundidad.

- **Relleno Coluvial y/o Regolítico (Qer)**

Corresponden a aquellos escombros de laderas de cerros y cubiertas regolíticas que cubren los sectores aterrazados altos existentes entre divisorias de quebradas.

Las cubiertas regolíticas están constituidas por alternancias de gravas con matriz limo-arenosa y arenas limosas mal graduadas, las cuales incluyen bloques de formas angulosas y subangulosas y cantos angulares a subangulares, con tamaños de hasta 30 cm, y en general menores de 8 cm. Incluyen un porcentaje de finos que comúnmente varía entre 10 y 30%, también de nula a baja plasticidad, con índice de plasticidad casi siempre menor que 5.

En general, están constituidas por gravas en una matriz limo-arenosa y arenas limosas con finos de baja plasticidad y mal graduados, que incluyen bloques angulosos de diversos tamaños.

Los materiales situados en pendientes empinadas (≥ 20°), generan conos de talud constituidos por bloques con escasa matriz superficial, cuyos tamaños pueden tener 0.5 a 2.0 m. Aún en el caso de los escombros de falda situados en pendientes más suaves es posible apreciar, en general, una escasa matriz superficial, dado que estos depósitos aparecen "pavimentados" por una cubierta básicamente conformada por bloques.

Considerados globalmente, estos depósitos en general no superan los 4 - 5 m de espesor.

Son materiales de estructura homogénea, a veces pobremente estratificada. También presentan una capa superficial, de espesor 0,3 - 0,5 m, más suelta, con finos y raicillas.

Por debajo de esta capa superficial presentan una moderada compacidad, localmente alta, con una densidad in situ que varía entre 1.60 T/m^3, cuando se trata de arenas muy limosas, hasta más de 2.0 T/m^3, en el caso de las gravas. La humedad natural de estos suelos también aumenta con la profundidad, aún cuando es menor que en el caso de la unidad Qa, pues en general no superan el 5%.

- **Relleno Aluvial de Cauces Recientes (Qf)**

Corresponden al relleno aluvial más nuevo de cauces recientes y fondos de quebradas, el cual es transportado y depositado por los flujos de agua estables o esporádicos que surcan dichos cauces y quebradas.

Están constituidos por alternancias, en general lenticulares, de gravas con matriz arenosa, gravas con matriz areno-limosa, arenas y arenas con limos en general mal graduadas, con un bajo porcentaje de finos, el cual alcanza hasta un 20% siendo en general menor que 9%, de baja a nula plasticidad, con Indice de Plasticidad (IP) siempre menor que 5, incluso IP=0. Localmente, también incluyen niveles lenticulares de limos de baja plasticidad.

Los rellenos más recientes y superficiales presentan una compacidad moderada a baja; dicha compacidad obviamente aumenta en profundidad. Generalmente se presentan estratificados subhorizontalmente.

5.2.2.5 *Calidad del Aire*

En este sector se desarrolla el trazado del mineroducto que conduce el concentrado de cobre desde las instalaciones de la planta de procesamiento hasta el terminal de embarque en el Puerto de Punta Patache.

La Estación Copaquire es la única estación perteneciente a este sector, localizada en la quebrada del mismo nombre. Fue instalada en este sector debido a la existencia de instalaciones de faenas provistas para ejecutar las obras de construcción del mineroducto. Con posterioridad a esta etapa la estación fue cancelada. A continuación se analizan los datos obtenidos en ella.

Durante el período de monitoreo, que se extendió desde junio de 1996 hasta marzo de 1997, se registró superación de normas solamente en el año 1997, fecha coincidente con la fase de construcción del mineroducto (Figura 5.2-5). En la Tabla 5.2-1 aparece la estadística correspondiente a esta estación.

5.2.3 Descripción del Medio Biótico

5.2.3.1 *Flora y Vegetación*

A.- Vegetación

El trazado del mineroducto comienza en el área de Ujina (Sector Collahuasi) y se extiende hacia la costa hasta la localidad de Punta Patache en sentido transversal al territorio nacional, abarcando de esta manera dos grandes regiones vegetacionales, de acuerdo con la cartografía de Gajardo 1983, estas son:

a. Región de la Estepa Altoandina.
b. Región del Desierto.

- **Región de la Estepa Altoandina**

Sobre los 4000 m.s.n.m. a la altura de Collahuasi se encuentra la Región de la Estepa Altoandina, caracterizada por la Sub-región del Altiplano y la Puna y la formación vegetal de la Estepa Altoandina Subdesértica, la cual corresponde a una formación heterogénea, que se encuentra ubicada inmediatamente al sur del Altiplano, con el cual comparte muchos de sus elementos florísticos y parcialmente su geomorfología de extensas mesetas, aunque aquí son frecuentes las formas montañosas, pero a diferencia del Altiplano, esta zona presenta un régimen de precipitaciones menor, lo que provoca una fisonomía vegetal de carácter más árido, llegando a manifestar en ciertos lugares un aspecto de tipo desértico. En este tramo del recorrido, el mineroducto cruza el sector sur del área Mina-Planta (Figura 5.2-6) con un total de 14 unidades vegetacionales, en donde el cuadro dominante lo representa el tipo vegetacional del Pajonal - Tolar y las especies dominantes son del tipo "champa" como es *Stipa nardoides*; *S. chrysophylla* y *Festuca ortophylla* además de especies arbustivas como *Parastrephia quadrangularis* y *Baccharis incarum*. Por otra parte se encuentran sectores con los tipos de vegetación azonal del tipo bofedal, pajonal hídrico y tolar hidromorfo, el primero se ubica en el sector de Quebrada Juchu Ujina donde se encuentran especies como *Oxychloe andina*, *Carex maritima Gunn. var. misera* y *Festuca ortophylla*. El segundo tipo de vegetación azonal, el pajonal hídrico, se ubica en el sector de

Alojamiento Sallihuinca donde domina la gramínea *Festuca deserticola* y por último el tipo vegetacional del tolar hidromorfo se caracteriza por la presencia de especies tanto herbáceas como arbustivas entre las que dominan *Festuca hypsophila*, *F. ortophylla*, *Parastrephia lucida* y *P. quadrangularis*. El detalle y descripción de estas comunidades azonales ya fue descrito para el área cordillera, su descripción y composición florística se presentan en las Tablas 5.2-2, 5.2-3 y 5.2-4, respectivamente.

Al continuar el descenso en dirección a la costa se encuentra una angosta faja que representa la formación vegetacional de la Estepa Arbustiva de la Pre-Puna, formación donde predominan arbustos bajos de escasa cobertura. En este sector se delimitan 9 unidades cartográficas (Figura 5.2-6), donde dominan especies bajas como *Parastrephia quadrangularis*, *P. teretiuscula* y *Fabiana densa* entre las especies arbustivas, estas a su vez se encuentran asociadas a un piso herbáceo de especies en "champa" como son *Festuca ortophylla*, *Stipa nardoides*, *S. chrysophylla*, además se encuentra la especie perteneciente a la familia CHENOPODIACEAE *Chenopodium frigidum.*

- **Región del Desierto**

La segunda Región vegetacional, que se encuentra bajo los 4000 m.s.n.m. corresponde a la Región del Desierto, en la cual el trazado del mineroducto comprende aproximadamente una distancia de 120 km. Durante el trayecto es posible encontrar dos ecosistemas predominantes en esta área:

b.1 Sub-región del Desierto Andino.
b.2 Sub-región del Desierto Absoluto.

b.1 La sub-región de desierto andino representa el piso vegetacional superior del desierto y se encuentra ubicada en las laderas occidentales de la Cordillera de los Andes, entre los 1800 y 3500 m.s.n.m. Este ecosistema presenta mayores posibilidades para el desarrollo de especies vegetales, favorecidas por la influencia marginal de las precipitaciones que ocurren en la alta cordillera andina. Entre los 3000 - 4000 m.s.n.m. se encuentra un sector abrupto y con gran cantidad de quebradas, influenciado por los grandes aluviones y precipitaciones marginales del invierno altiplánico, en donde se encuentra la formación vegetal del Desierto de los Aluviones, caracterizada por una fisionomía de arbustos bajos extremadamente xerófitos, con una cobertura muy rala, encontrándose amplios sectores desprovistos de vida vegetal. Cartográficamente este sector está representado por tres unidades en las que es posible encontrar los tipos vegetales de Tolar, Tolar pajonal y el Pajonal tolar todas ellas caracterizadas por la presencia de arbustos bajos de escasa cobertura. Entre las

especies dominantes destacan *Aphyllocladus denticulatus* la cual forma un pequeño tolar cercano al trazado del mineroducto, el tipo vegetal Tolar pajonal se caracteriza por la presencia de arbustos bajos como *Fabiana densa*, *Ephedra breana*, *Parastrephia teretiuscula* y *Baccharis incarum* acompañados por especies herbáceas entre las que destacan *Lepidium sp.* y *Chenopodium frigidum*, además de la especie de cactácea columnar *Oreocereus variicolor*. El tercer tipo vegetal corresponde al Pajonal tolar dominado por especies herbáceas entre las cuales *Tetragonia macrocarpa Phil. var. microcarpa* y *Potamogeton strictus* son las más importantes. En este tipo vegetacional se encuentra la comunidad de *Atriplex imbricata* la cual presenta una composición muy variada y que tiene una amplia repartición geográfica. Además están presentes dos especies suculentas de la familia CACTACEAE, *Opuntia berteri* y *Oreocereus variicolor*.

b.2 Inmediatamente abajo del sector descrito anteriormente, bajo la cota de los 3000 metros de altitud, se encuentra la sub-región del Desierto Absoluto, que corresponde a una zona del desierto en donde las precipitaciones son insignificantes y el aporte hídrico es de carácter local, proviniendo de napas freáticas o de aluviones ocasionales que descienden de la Cordillera de los Andes. Su calificación de desierto absoluto se debe a su casi total ausencia de vida vegetal en gran parte de su extensión. Las especies vegetales sólo se encuentran en sectores muy particulares. En esta sub-región es posible encontrar una serie de formaciones vegetales, a pesar de las restringidas condiciones que ofrece este ecosistema. Abarcando la mayor superficie de esta sub-región se encuentra la formación del Desierto Interior, la que se ubica en las regiones I y II, desde el límite con Perú hasta aproximadamente los 25° de latitud sur. La vida vegetal en este sector está casi ausente, encontrándose sólo en lugares muy especiales, a nivel local y con presencia de agua subterránea. La comunidad vegetal característica de esta formación corresponde a *Tessaria absinthioides - Distichlis spicata*, la cual se encuentra ampliamente repartida, especialmente como ruderal en lugares con intervención humana o bajo la influencia de aguas de alta salinidad.

Una formación vegetal importante dentro del trazado del mineroducto, corresponde a la formación del Desierto del Tamarugal debido a que en ella se ubica la Reserva Nacional Pampa del Tamarugal, en el Salar de Bella Vista, aproximadamente a los 1200 m de altitud. Esta formación se encuentra en condiciones en que la influencia de napas freáticas es relativamente superficial, permitiendo la existencia de árboles espinosos altamente adaptados, o en sectores donde ocurren periódicamente aluviones de origen andino donde se presentan comunidades de plantas halófitas. La vegetación que se presenta está alterada por la influencia antrópica ejercida en estos lugares, actualmente es posible encontrar plantaciones de *Prosopis tamarugo*

("Tamarugo") y *Prosopis alba* ("Algarrobo") mayoritariamente, además, está presente la comunidad de *Tessaria absinthioides - Distichlis spicata* ("Brea" - "Grama salada") comunidad altamente ubicua, que responde de preferencia a situaciones ambientales provocadas por la actividad humana, otra comunidad la representan las especies *Atriplex atacamensis - Acantholippia trifida*, comunidad típica de los pisos superiores del desierto, donde se encuentra ampliamente distribuida y la comunidad de *Prosopis tamarugo* ("Tamarugo") creada en su mayor parte por la intervención humana, aunque en ciertos lugares aún es posible encontrar sectores de bosque remanente de las poblaciones naturales.

Un segundo tipo particular de vegetación se ubica cercano al cerro pajonal al norte del Salar Grande, corresponde al Tipo Calanchucal dominado por la especie epífita suculenta *Tillandsia landbeckii* "clavel del aire".

Por último, en el sector de conexión con el puerto, el trazado del mineroducto se enclava en el ecosistema de la Sub-región del Desierto Costero en el ambiente ecológico del Desierto Costero de Tocopilla, que como ya fue mencionado, este sector debido a las condiciones de extrema aridez reinantes, presenta una vegetación muy escasa y localizada en ambientes muy particulares.

En general, salvo los sectores descritos anteriormente, bajo la cota de los 3000 metros en el trazado del mineroducto la vegetación está prácticamente ausente, siendo el cuadro dominante, en la mayor parte de la superficie, grandes extensiones de suelo desnudo.

B.- Flora

El Área del Mineroducto en su tramo inicial comparte unidades cartográficas con el Área Cordillera, por lo tanto también comparten elementos florísticos y vegetacionales.

El total de especies vegetales citadas para este sector equivale a 75 lo que representa un 33.0 % del total de especies citadas para el proyecto, distribuidas en 26 familias y 56 géneros en total. El detalle del numero de familias, géneros y especies se entrega en la Tabla 5.2-5.

Según la información de la Tabla 5.2-5 cabe señalar que las familias más importantes para este sector corresponden a ASTERACEAE con 20 especies lo que equivale a un 26.6 % del total de especies en el sector, en segundo lugar esta la familia POACEAE con 10 especies y un 13.3 % de la flora local y por último, y a diferencia del sector anterior, está la familia PORTULACACEAE con 6 especies y un 8 % de la flora local.

Al analizar el espectro biológico (formas de vida) del sector se puede decir que la forma de vida más importante corresponde a la categoría Terófita con la sub categoría Terófita anual y un total de 23 especies (33.3 %), en segundo lugar se encuentran las categorías Caméfita, Fanerófita y Hemicriptófita con 15 especies cada una lo que equivale a un 20 % del total respectivamente. En la Tabla 5.2-6, se resume el espectro biológico correspondiente al sector.

5.2.3.1.1 *Estados de Conservación*

En el área Mineroducto existen dos especies arbóreas que están en categoría de conservación, *Prosopis tamarugo* (Tamarugo) y *Polylepis tarapacana* (Queñoa) que están en estado Vulnerable. Hay una especie arbustiva que está en la misma categoría de conservación (Vulnerable) y es la *Azorella compacta* (Llareta).

5.2.3.2 *Fauna*

Se presenta a continuación la información recogida en el área del Mineroducto (julio 2000) en su etapa de operación y datos recogidos antes de su instalación (febrero 1997). Se contrastan estos antecedentes.

El mineroducto ha sido dispuesto en gran parte de su extensión, al lado de caminos ya existentes, aspecto que reduce su impacto sobre el medio ambiente.

El sector del mineroducto se caracterizó entre otros aspectos por baja diversidad y abundancia, al pasar por sectores muy desvegetados en su parte altiplánica y con extremada aridez en la parte baja. Esto limita la fauna a aves, mamíferos y reptiles. La ausencia de sectores de bofedal o cursos de agua en el trazado explican la falta de peces y anfibios.

- **Fechas de Prospección**

Se realizó dos prospecciones en el área de influencia del Mineroducto, desde el altiplano hasta el mar. La primera campaña de terreno se realizó en febrero de 1997 por los investigadores, previo a la construcción.

La segunda campaña de terreno se realizó con fecha 27 de julio del 2000, en condición de construido y en funcionamiento del Mineroducto.

En ambos casos, se utilizó cartografía de escala 1:50.000, proporcionada por CMDIC, donde está demarcado el trazado del Mineroducto. La observación se realizó en una franja que comprendió 20 metros a ambos lados del trazado.

El instrumental de terreno incluyó un GPS para el posicionamiento, brújula, binoculares, y máquinas fotográficas.

Para la identificación de la fauna, se reconoció en terreno los especímenes observados, huellas, fecas y otros caracteres y luego, en laboratorio se complementó la lista con bibliografía y antecedentes existentes.

- **Subdivisión del Transecto**

El trayecto del Mineroducto fue dividido con fines prácticos de análisis, en unidades vegetacionales según la distribución de las Formaciones Vegetacionales que reconoce para la zona Gajardo (1993)[16].

Las formaciones vegetacionales establecidas por Gajardo (op. cit.)[17], en este caso son las siguientes:

Desierto Interior: se caracteriza por carecer casi completamente de vegetales, presentándose algunas plantas donde hay escurrimiento de agua subterránea. El tramo del ducto que está en esta formación vegetacional, va desde la costa hasta aproximadamente el km 65 del camino a Quebrada Blanca.

Desierto de los Aluviones: se caracteriza por presentar plantas de fisionomía de arbustos bajos extremadamente xerófitos, con muy poca cobertura, encontrándose amplios sectores sin vegetación. Este sector corresponde a la influencia de aluviones y precipitaciones marginales provocadas por el invierno altiplánico. El tramo corresponde desde aproximadamente el km 65 del camino a Quebrada Blanca hasta el km 80 del mismo camino.

Estepa Arbustiva Pre-Puneña: se caracteriza por predominar los arbustos bajos de escasa cobertura. El tramo del camino corresponde a las planicies del sector de Quebrada Blanca.

16 Gajardo (1993)
17 Gajardo (op. cit

Estepa Alto-Andina Sub-Desértica: se caracteriza por presentar una vegetación heterogénea, con una fisonomía vegetal de carácter árido en la zona altiplánica del norte, debido a la más baja precipitación y encontrándose en algunas zonas escasa o nula vegetación. El tramo corresponde al sector de Quebrada Blanca a Ujina.

Considerando este sistema de clasificación biogeográfico como referencia, en este estudio se identifican las especies de fauna.

5.2.3.2.1 *Identificación de la Fauna*

En la Tabla 5.2-7, se incluye la información de los avistamientos de aves y otros vertebrados, dentro de la franja de estudio, durante la prospección del 27 de julio del 2000. Las especies que habitan el área, a juzgar por las observaciones realizadas durante el presente estudio y por las citas de la literatura, se indican en la Tabla 5.2-7.

Sobre el particular debe considerarse, sin embargo, que el listado incluye las especies presentes en las diversas unidades vegetacionales por donde pasa el Mineroducto y la presencia de ellas en el área de influencia de este, estimada en 15 - 20 m por lado, es en consecuencia sólo ocasional, debiendo considerarse además que en general la densidad de vertebrados en los ecosistemas altiplánicos de secano es muy baja, de distribución por parches y de baja riqueza de especies.

Antecedentes que demuestran esto mismo, se encuentran en los estudios de Línea Base, 1994 y en los posteriores monitoreos de fauna realizados por la empresa CMDIC en el área.

- **Características generales del conjunto de vertebrados**

Tal como se indica en Tabla 5.2-7, el Mineroducto y la franja asociada de aproximadamente 20 m en cada lado, es habitada por al menos 51 especies de vertebrados terrestres: 10 mamíferos, 34 aves y 7 reptiles.

La presencia de estas especies es de carácter permanente. El ámbito de hogar de las especies menores (reptiles y roedores), es en general pequeño y limitado a sectores de condiciones particulares, relacionados con sus respectivos requerimientos de hábitat.

Debe notarse que en el estudio de Línea de Base 1994, se incluye al zorzal *(Turdus falklandicus*) cuya distribución es más austral y no alcanza tan al norte como la zona de estudio. En la zona norte del país habita una especies similar o zorzal *negro (Turdus chiguanco*), que no fue observado en el área del Mineroducto.

De la misma forma se ha excluido de la Tabla anterior al comesebo de los tamarugales (*Conirostrum tamarugense*) que es común y abundante en bosques de tamarugo, pero que no fue observado dentro del área de influencia del Mineroducto.

- **Distribución de especies a lo largo del Mineroducto**

La presencia a lo largo del Mineroducto de las especies señaladas en la Tabla 5.2-7, se relaciona directamente con la gradiente altitudinal y los planos ecológicos que se suceden. Según el sistema de distribución ecológico se destacan como ambientes más variados la Estepa Alto-Andina Sub-Desértica y la Estepa Pre-Puneña (45 y 29 especies, respectivamente). Las divisiones Desierto Interior y Desierto de los Aluviones, sólo corresponden a situaciones marginales de los conjuntos faunísticos anteriores. La situación Zona de Camanchacas corresponde a zonas vegetadas asociadas a Oasis de Neblina que son característicos a lo largo de la Cordillera de la Costa de Tarapacá (ver: Sielfeld, Miranda y Torres, 1995). El trazado del Mineroducto sólo tiene relación tangencial con estos sectores, siendo en ese sentido de importancia el sector 170-175 que pasa por la falda sur del Cerro Pajonal. En ese sector se desarrollan pequeñas formaciones vegetacionales de *Tillandsia landbecki*, que incluyen salamanquejas (*Phyllodactylus gerrophygus*) y una serie de artrópodos (Thysanura, Coleoptera, Acarina, Pseudoscorpionida, Scorpionida, etc.) desconocidos a la fecha.

- **Guanacos**

El guanaco (*Lama guanicoe*) ampliamente distribuido desde los 8º S en el Perú hasta Isla Navarino, 55º S (Wheeler, 1991, in Fernández-Baca Ed.)[18], está representado en la presente zona por la subespecie *L. g. cacsiliensis* (Lönnberg, 1913)[19]. Durante la prospección del área del trazado del Mineroducto previa su instalación, no se avistó la presencia de la especie. Sin embargo, por avistamientos en oportunidades anteriores y dadas las características del hábitat entre los 2500 y 4000 de altura se estimó como probable la presencia de uno o más grupos familiares en la zona. Durante la segunda prospección al área, campaña julio del 2000, esta sospecha se confirmó plenamente, detectándose en las cercanías del cerro Campana (Matorral Prepuneño) un grupo de 9 guanacos que incluían 1 macho, 4 hembras y 4 crías.

[18] Wheeler, 1991, in Fernández-Baca Ed.
[19] Lönnberg, 1913

- **Vicuñas**

En el caso de la Vicuña (*Vicugna vicugna*), es habitual la observación de individuos en los siguientes sectores: a) Salar de Coposa: 3 grupos familiares, b) Sector de los pozos (1 grupo familiar de alrededor de 16 animales, c) Subida al portezuelo: 2 grupos familiares y d) Ujina: 1grupo familiar de 12 animales. Las observaciones realizadas en la campaña a terreno se resumen en la Tabla 5.2-8.

- **Suris**

El Suri (*Pterocnemia pennata*) es una especie considerada En Peligro en la región. En las zonas asociadas al trazado del Mineroducto no se realizaron avistamientos de animales. Sin embargo la observación en visitas anteriores de un macho y un pollo en los pajonales asociados a la primera aguada del Salar de Coposa y 4 individuos en el salar de Michincha certifican su presencia en la zona.

- **Aves menores**

El sector altiplánico del mineroducto es en general muy desvegetado e inhóspito, por lo que es escaso en especies de aves. Durante la visita prospectiva se avistó sólo dos especies, las que se presentan en la Tabla 5.2-9, junto a los sectores de observación. El sector bajo del mineroducto atraviesa sectores totalmente áridos y sin fauna.

5.2.3.2.2 *Estado de Conservación de las Especies*

Según la Tabla 5.2-10, sólo 10 especies (6 mamíferos, 3 aves y 1 reptil) presentan algún estado de conocimiento sobre su grado de conservación. El estatus de las demás especies es en general desconocido.

Fundamental importancia corresponde el estado de conservación de la vicuña (*Vicugna vicugna*) la cual en Chile es considerada una especie fuera de peligro gracias al gran desarrollo poblacional que la especie ha experimentado en la provincia de Parinacota. La población de vicuñas se distribuye en forma relativamente continua en el altiplano chileno, desde el límite con el Perú, 18° 45" S, hasta el nevado Jotabeche y la laguna del Negro Francisco, 27° 30" S, abarcando las regiones de Tarapacá, Antofagasta y la mitad de Atacama (Glade, 1992)[20].
Se reconocen dos razas geográficas presentes en Chile. La raza geográfica norteña descrita

[20] Glade, 1992

por Hoffmann (1983)[21], que habita el altiplano de la Región de Tarapacá, y la raza geográfica austral, que habita el altiplano de las regiones de Antofagasta y Atacama.

La principal población de vicuñas en la Región de Tarapacá se encuentra en el área del Parque Nacional Lauca, zona de manejo de Caquena, Reserva Nacional las Vicuñas, Monumento Natural de Surire y Parque Nacional Volcán Isluga. La población asociada a los salares de Coposa y Michincha corresponde a la subespecie *Vicugna vicugna vicugna* (Thomas, 1917)[22], caracterizada por un tamaño menor, mechón pectoral de menor longitud y coloración menos rojiza, más clara y de distinto patrón de coloración. La subespecie de la provincia de Parinacota, norte de Bolivia y Perú es en cambio *Vicugna vicugna mensalis* (Molina). Lo anterior debe ser considerado razón suficiente como para catalogar la población de vicuñas de Coposa y Michincha como insuficientemente conocida. De manera tal que el criterio y estatus de conservación debería mantener su carácter de vulnerable a nivel nacional e internacional, ya que la presencia de vicuñas en el área podría corresponder a desplazamientos de las poblaciones existentes en Bolivia. Ello ha originado un aparente reasentamiento de la población, lo que lleva a observar a grupos mixtos, hembras con crías del año y juveniles, que se encuentran en el sector asociado al camino en el Salar de Coposa y al sector de mina, debido a una baja presión antropogénica por el cuidado que se ha establecido por parte del personal de la minera.

Entre las especies restantes corresponde señalar al suri *Pterocnemia pennata*, actualmente considerada en peligro de extinción y de las cuales se mantienen pequeños grupos poblacionales en los sectores de Pampa Chilín Chilín y Coposa.

5.2.4 Usos del Suelo

- **Minero**

El trazado del mineroducto se inicia en el área Mina-Planta, en la zona donde se desarrollan las actividades mineras de Collahuasi.

- **Praderas Naturales Altiplánicas**

[21] Hoffmann,1983
[22] Thomas, 1917

Entre el área de Cordillera y el sector del km 104 del mineroducto, se encuentra ocupado el terreno básicamente por un uso de vegetación de carácter altiplánica, encontrándose llaretas, bofedales y vegetación de altura.

- **Áreas Silvestres Protegidas**

El Area Silvestre Protegida más cercana al trazado del mineroducto es la Pampa del Tamarugal, declarada Reserva Nacional el año 1983. La Reserva Nacional Pampa del Tamarugal, tiene una extensión de 109,842 ha y es actualmente administrada por la Corporación Nacional Forestal (CONAF).

Esta Reserva Nacional tiene como objetivo proteger y conservar la población de Tamarugos y Algarrobos.

La Reserva tiene dos lotes de plantación artificial (1 y 2) y un lote con una población natural de tamarugos. El mineroducto cruza esta Reserva en un sector no forestado de ésta.

5.2.5 Descripción Recursos Arqueológicos, Antropológicos e Históricos

Durante la construcción del mineroducto no se encontraron restos arqueológicos. El mineroducto que será construido se ubicará paralelo al mineroducto actual, prácticamente en casi todo el trazado.

Durante la construcción del nuevo mineroducto habrá un arqueólogo que realizará chequeos en terreno durante las excavaciones.

5.2.6 Caracterización del Paisaje

El trazado del mineroducto se inicia en el sector cordillerano (Area Mina-Planta). El paisaje en esta área está definido por un típico paisaje altoandino, donde se desarrollan las actividades mineras de la Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi.

El trazado del mineroducto atraviesa en sus inicios los valles precordilleranos de Huinquintipa, que tiene un acceso relativamente bueno. En estas áreas los afloramientos y escurrimientos de agua a través de las quebradas han ocasionado asentamientos humanos (Guatacondo y Copaquire) que se dedican a desarrollar la actividad agrícola y ganadera.
Desde estas localidades el trazado atraviesa planicies con marcada pendiente hacia el

poniente, que están alejadas de los caminos públicos, poblados o asentamientos humanos, por lo que en este sector no reviste problemas de intervenir ningún atractivo paisajístico especial.

Siguiendo hacia la depresión central, el trazado atraviesa la Pampa del Tamarugal. Esta unidad se caracteriza por poseer una gran variedad de paisaje: salares, oasis y valles. El trazado del nuevo mineroducto se emplaza en paralelo al mineroducto. En las cercanías del lugar de emplazamiento del mineroducto, está la Reserva Nacional Pampa del Tamarugal. El cuadro vegetacional de esta Reserva es bastante homogéneo y se halla circunscrito a puntos muy localizados, con grandes extensiones de salar desnudo. Predominan las parcelas de forestación de Tamarugos y Algarrobos, producto en su mayoría de implantación artificial y no natural. Las Pampa del Tamarugal, en general es extremadamente plana, con pocos cerros islas, con un paisaje ocre arenoso.

Dentro de las condiciones hidrográficas de la Pampa del Tamarugal, es posible distinguir una sub unidad llamada oasis, que corresponde a las localidades de Pica y Matilla. Las condiciones macroclimáticas han ocasionado el asentamiento humano en este sector, dedicado a desarrollar la actividad agrícola a través del cultivo de árboles frutales. Sin embargo el trazado del mineroducto no se acerca a estas localidades pobladas.

5.2.7 Riesgos

La descripción de los riesgos geológicos para el área Mineroducto, considera la caracterización de Fallas y Eventos Sísmicos, Movimientos de Remoción en Masa y Volcanismo.

- **Fallas y Eventos Sísmicos**

El área del trazado del mineroducto se localiza sobre la zona de subducción de las Placas de Nazcar y Sudamericana, a unos 100 km sobre el Plano de Benioff en sus inicios y a pocos km sobre él cerca del puerto, en su extremo final (Cahill & Isacks, 1992)[23].

De acuerdo a las observaciones de terreno y las conclusiones del Informe Final de D. West[24], no existen evidencias de fallas activas recientes. Las fallas detectadas involucran rocas de

[23] Cahill & Isacks, 1992

[24] "Seimic and Volcanic Hazard Evaluation – Pabellón Tailings Dam-Collahuasi Copper Mine, Chile". Final Report, Novembre, 1994.

edades antiguas a miocénicas y no perturban por tanto, a la Ignimbrita Ujina, de 9 millones de años, lo cual es muy importante pues la mayoría de las obras estarán fundada en suelos cuaternarios y/o en la Ignimbrita Ujina ya mancionada.

- **Movimientos de Remoción en Masa**

De acuerdo a lo que se aprecia en terreno no hay evidencia de que se hayan producido deslizamientos o derrumbes en los sitios de emplazamiento de obras de infraestructura minera que interesan, o en su entorno inmediato. Tampoco se aprecian terrenos inestables con alguna potencialidad de ocurrencia de tal fenómeno.

Al respecto, cabe indicar que las suaves pendientes (en general < 10%) en que se emplazan dichas obras, favorecen la estabilidad natural de dichos terrenos.

No obstante lo anteriormente expuesto, existe riesgo de potenciales aluviones encauzados por las principales quebradas del sector. Esto debido a las especiales condiciones climáticas imperantes, con ocasionales épocas de lluvias, concentradas durante el llamado Invierno Altiplánico. En el evento de una crecida importante, estas quebradas pueden encauzar caudales importantes de aguas de escorrentía superficial, las cuales debido a su energía pueden arrastrar volúmenes importantes de material detrítico y originar aluviones.

- **Volcanismo**

En un radio de unos 55 km con respecto a los sitios de las obras de infraestructura minera de la zona de Ujina es posible reconocer la existencia de 4 centros volcánicos potenciales activos. Ellos corresponden a los Volcanes Michincha (9 km al este), Iruputuncu (24 km al norte), Aucanquilcha (30 km al sur-este) y Ollagüe (55 km al este).

El cerro Michincha es el centro volcánico más occidental de una línea volcánica este-oeste que también incluye al volcán Olca, Cumbre Blanca y al Volcán Paruma. Estos son estrato-volcanes que primeramente han eruptado lavas viscosas del tipo andesíticas y dacíticas. Debido a que el Cerro Michincha es el volcán más cercano, el peligro de eventos volcánicos desastrosos proviene básicamente de ese volcán.
Las obras de infraestructura más cercanas se encuentran aproximadamente a unos 9 km al oeste de dicho volcán, próximas al límite de la distancia crítica (10 km) respecto a los posibles efectos de una erupción volcánica (flujos de lava, flujos piroclásticos, flujos laháricos, caída de cenizas y lapilli y deformación de terreno). En todo caso, la dirección de los vientos dominantes es principalmente hacia el este, lo cual dispersaría la tefra (cenizas y

lapillis) en tal dirección.

La posibilidad que se produzca una erupción altamente explosiva, con ocurrencia de flujos ignimbríticos similares a los que dieron origen a las Ignimbritas Pastillos y ujina, se estima como muy poco probable en el período de vida útil de este proyecto; el último evento ignimbrítico que generó la existencia de la Ignimbrita Pastillos ocurrió hace unos 750.000 años.

5.3 ÁREA INSTALACIONES PORTUARIAS PUNTA PATACHE

5.3.1 Ubicación y Área de Influencia

El área de Instalaciones Portuarias Punta Patache se ubica en la costa de la I Región, unos 65 km al sur de la ciudad de Iquique. Las coordenadas geográficas son 20°48' Latitud Sur y 70°13' Longitud Oeste. Esta área corresponde a la comuna de Iquique, Provincia de Iquique. La localidad más próxima corresponde a Caleta Cáñamo, situada inmediatamente al norte de Punta Patache (ver Figura 5.1-1).

En el área de Punta Patache se ubican las instalaciones de filtración y secado del concentrado, el galpón de almacenamiento, el terminal mecanizado de embarque y las obras de manejo y disposición de las aguas de filtración (piscina de evaporación y plantación forestal para evapotranspiración del agua).

5.3.2 Descripción del Medio Físico

5.3.2.1 *Clima y Meteorología*

El sector de Punta Patache se localiza morfológicamente en lo que se denomina farellón costero, caracterizado por una pendiente cercana a los 80° y la ausencia de cursos de agua que desemboquen al mar. Desde el punto de vista climático, el área se caracteriza por el dominio del desierto costero con influencia anticiclonal, zona que se extiende desde la primera región hasta las cercanías de Taltal. La nubosidad es abundante y el déficit hídrico corresponde a 1.700 mm.

Para la caracterización meteorológica local se utilizó la data proveniente de la Estación Meteorológica Patache (Tabla 5.3-1), de acuerdo a los datos rescatados para el período Enero 1998 – Agosto 2000.

- **Precipitaciones**

Para el período 1998-2000, la Estación Patache no registró la ocurrencia de precipitaciones (Tabla 5.3-1).

- **Temperatura**

Debido a la influencia marina, las condiciones térmicas se suavizan en relación al desierto interior, con temperaturas promedios que oscilan entre los 16 y 22° C, donde los meses más cálidos (diciembre a marzo) la media supera los 20° C, y en los meses de invierno la temperatura media está cercana a los 16° C (junio a septiembre). La temperatura promedio anual es de 18,5° C.

Según lo expuesto en la Tabla 5.3-1, la temperatura máxima registrada fue de 30,4° C en los meses de marzo y diciembre, y la temperatura mínima registrada fue de 11,8° C durante el mes de agosto.

- **Vientos**

De acuerdo a los datos históricos registrados, la velocidad media horaria del viento durante el verano varía entre 4 m/s (entre las 6 y 7 AM) y los 12 m/s (cercano a las 16 hrs). La máxima velocidad se registra a las 17 hrs, alcanzando los 21 m/s. La dirección predominante en esta época corresponde a S y SE y SW durante las 24 hrs del día.

Este comportamiento es típico de zonas costeras del norte de Chile, las que son altamente influenciadas por la presencia del anticiclón del pacífico Sur. Esto se traduce en un predominio de los campos de viento procedentes del SW, y que pueden ser afectados por la topografía de la zona, lo que en este caso implica que los vientos se presenten desviados, con una predominancia Sur.

Debido a la escasa presencia de sistemas frontales, lo que implicaría la presencia de vientos en otras direcciones, el predominio de vientos de dirección sur oeste y sur no es alterado durante el año.
En la Figura 5.3-2 se presentan las rosas de vientos para los años 1998 a 2000.

- **Humedad Relativa**

La Tabla 5.3-1 presenta el comportamiento de la humedad relativa promedio para la estación Patache para el período 1998 - 2000, En esta Tabla puede observarse que la humedad alcanza valores que fluctúan en promedio entre 76% y 78% para los meses estivales (diciembre-febrero) y entre 73% y 74 % para los meses de invierno (julio-agosto).

Lo anterior se debería a que durante los meses de verano la mayor temperatura provoca un aumento en la evaporación del agua del mar, provocando que la humedad relativa en promedio sea mayor durante el verano.

- **Radiación Solar y Presión Atmosférica**

En la Tabla 5.3-1 se presenta el comportamiento de la radiación solar para la estación Patache para el período 1998 - 2000, en las cuales puede observarse que en esta zona la insolación máxima diaria varía aproximadamente entre 800 y 1000 W/m^2 en verano (diciembre-febrero), mientras que en invierno varía aproximadamente entre 700 y 800 W/m^2 (julio – agosto).

Con respecto a la presión atmosférica, ésta varía aproximadamente entre 1.006 mB y 1.011 mB, registrándose un aumento de la presión en los meses de invierno, respecto de los meses de verano, tal como se observa en la Tabla 5.3-1.

5.3.2.2 *Geología-Geomorfología*

- **Geología**

El área del Puerto, específicamente Punta Patache, está constituida en gran parte, por rocas intrusivas que gradan, de oeste a este, de granitos rosados a dioritas gris oscuras; a pesar del cambio litológico, estos materiales conservan el mismo tipo de meteorización y fracturamiento (ver Figura 5.2-3).

Sobre el intrusivo se disponen discordantemente, areniscas calcáreas y coquinas presumiblemente terciarias, además del relleno detrítico actual.

La meteorización es de tipo esferoidal u orbicular expresándose en la descomposición de la roca en delgadas capas concéntricas (como telas de cebolla), guiadas por el fracturamiento. Este tipo de meteorización conduce a la formación de núcleos rocosos sanos ("corestones") rodeados de rocas descompuestas ("maicillo"). El estado final del proceso de descomposición es la formación de los llamados "caos de bloques o de bolas

graníticas", situación a la que aún no han evolucionado las rocas de la zona del puerto.

Desde el punto de vista litológico, la banda costera en contacto con el mar está constituida de rocas de "tipo granítico" (granito y diorita).

Hacia el interior de las tierras se desarrolla una planicie inclinada, de superficie relativamente regular, interrumpida en algunos sectores por pequeños relieves graníticos y cubiertos por un material detrítico limo-arenoso, se liga al abrupto costero en la parte basal.

- **Geomorfología**

Esta área del Puerto se desarrolla en Caleta Patache que es una pequeña ensenada, abierta hacia el oeste ubicada 65 km al sur de la ciudad de Iquique. Su boca tiene aproximadamente 740 m de ancho, cuyo fondo de saco es de 450 m. El área del puerto se encuentra en las proximidades de una playa arenosa denominada "Cáñamo", en la cual existe una pequeña caleta de pescadores. El sector morfológicamente corresponde a un aterrazamiento costero que se encuentra bordeado por numerosas rocas algunas de las cuales afloran en superficie.

En detalle y en planta, la costa es muy irregular con innumerables entradas del mar en canales y embahiamientos estrechos; con escollos y pináculos rocosos que sólo, en cortos tramos, desaparecen dejando un acceso a intervalos de costa relativamente despejados.

Es probable que esta forma de detalle esté controlada por el fracturamiento de las rocas graníticas, las que han sido trabajadas por la meteorización y erosión diferencial que ha respetado las rocas más duras y resistentes, las que se yerguen abruptamente sobre la línea de costa.

A la orilla del mar la planicie tiene 10 - 15 m de altura y alcanza unos 50 m al pie del abrupto; la amplitud promedio de la planicie al norte de Patache es de unos dos kilómetros.

El abrupto, que no es otro que el "acantilado costero", tiene entre Punta Patillos y Punta Patache, una orientación claramente meridiana; a la latitud de Patache, el abrupto avanza una estribación en dirección E-W que coincide claramente con la punta antes nombrada.

5.3.2.3 *Hidrología - Hidrogeología*

De acuerdo a lo señalado anteriormente, la región se caracteriza por su extrema aridez. Los escasos recursos hidrológicos poseen regímenes intermitentes, característicos de ambientes desérticos. En la región, esta intermitencia de los cursos superficiales es producto de las

abundantes lluvias de verano que ocurren durante el Invierno Altiplánico.

Sin embargo, las precipitaciones en la costa son prácticamente nulas y las corrientes de agua no llegan a la costa. De hecho, esta área del proyecto se considera una cuenca arreica.

En el extremo sur del área de estudio se encuentra la desembocadura del río Loa, único cauce permanente que desemboca al mar en la Región.

Las únicas precipitaciones oficiales que se registran en el área corresponden al Balance Hídrico de Chile de la D.G.A. del MOP, publicación que asigna una precipitación media anual a la ciudad de Iquique de 0,8 mm en Alto Hospicio y de 0,4 mm en la playa Cavancha.

- **Caracterización Hidrológica e Hidrogeológica Punta Patache**

El régimen hidrológico en el sector del puerto no incluye ningún escurrimiento de aguas superficiales ni subterráneas. No se observan afloramientos de agua subterránea o indicios de escurrimientos superficiales, ni aún en caso de ocurrencia de precipitaciones.

No existe información sobre el agua subterránea en la zona de las instalaciones del puerto u otras obras existentes en esta zona costera (ej : piscinas de evaporación). Sin embargo, no se espera napa subterránea por falta de recargas superficiales o de conexión con otros acuíferos del interior. Todas las obras portuarias y la planta se encuentran emplazadas en rocas que han sido descritas en la sección 5.3.2.2 (Geología – Geomorfología).

5.3.2.4 *Edafología*

Sobre la base del análisis de las campañas de terreno efectuadas en 1994, es posible señalar que en los suelos del área del puerto predominan los suelos con contenido de Zn, Cu y sílice total, cuyas concentraciones se consideran de origen natural, ya que no existen actividades mineras (fundiciones) o agrícolas (riego y uso de fertilizantes).

5.3.2.5 *Ruido y Vibraciones*

CMDIC desde 1997 está llevando a cabo monitoreos de ruido industrial en diferentes áreas operativas de la faena, incluyendo el área de Punta Patache. A continuación se presentan los resultados obtenidos en la última campaña realizada en septiembre de 2000.

En el área de Punta Patache el Leq fluctuó entre 69,7 y 81,6 dB(A). Por otro lado, las mediciones indican que el ruido de fondo se encuentra por debajo de los 50 dB(A), estimándose en que éste es de 45 dB(A).

5.3.2.6 *Calidad del Aire*

Para caracterizar la calidad del aire (MP10 y PTS) en el área del puerto se han utilizado los antecedentes provenientes de la Estación Patache, para el período 1999-2000.

En esta estación no se registra superación de normas en ninguno de los períodos de medición (Figura 5.3-3), tanto para MP10 como PTS. Para MP10 el máximo registrado durante el período 1999-2000, fue de 137 $\mu g/m^3N$ y el mínimo de 17 $\mu g/m^3N$, mientras que para PTS el máximo registrado durante el período fue 218 $\mu g/m^3N$ y el mínimo de 38 $\mu g/m^3N$. Lo anteriormente expuesto se ve reflejado en la estadística presentada en la Tabla 5.3-2.

5.3.2.7 *Calidad del Agua*

La calidad del agua en el sector de las piscinas de evaporación, ubicada en las cercanías (2 km aproximadamente) de las Instalaciones Portuarias Punta Patache ha sido monitoreada desde 1997 a la fecha, como consecuencia del Plan de monitoreo de aguas superficiales y subterráneas que Collahuasi ha implementado. Generalmente la frecuencia de mediciones para una misma estación es de un mes, salvo excepciones con frecuencias trimestrales o semestrales.

Estos monitoreos han incluido parámetros como: metales pesados, pH, conductividad, sodio porcentual, fluoruros, cloruros, parámetros físicos, etc. Los resultados de los monitoreos efectuados en cada estación se presentan en el Anexo B.

El punto de monitoreo está representado en la Figura 5.3-1. A continuación se presenta la estación de monitoreo del Area Puerto Patache para aguas subterráneas y el análisis de calidad de agua (Piscina de Evaporación (PEV-1).

- **Sector Piscinas de Evaporación**

El período de monitoreo de calidad de aguas en este sector comprende el período mayo 1999 a septiembre 2000.

Los valores de pH que se pueden observar a lo largo del período de monitoreo muestran que el agua es ligeramente básica, con un pH promedio de 7,72.

Respecto a la salinidad es posible mencionar que si bien la conductividad es relativamente alta (del orden de 1500 μs/cm), se puede garantizar que esta agua es relativamente de buena calidad e incluso levemente dulce, ya que el parámetro de Sodio Porcentual no manifiesta altas magnitudes (34%).

En relación a los metales, el Fe y el Mn presentan valores normales, no excediendo ninguna de las dos normativas de calidad de agua. El cobre (1,19 mg/L) y los sulfatos superan la normativa para agua potable y para riego. El molibdeno supera la normativa de calidad de agua para riego.

5.3.3 Descripción del Medio Biótico

5.3.3.1 *Flora y Vegetación*

Vegetacionalmente, de acuerdo al sistema básico de clasificación de la vegetación nativa chilena (Gajardo, 1983)[25], el sector de Punta Patache se emplaza dentro de la Región del Desierto, en lo que corresponde a la subregión del Desierto Costero, en el ambiente ecológico del Desierto Costero de Tocopilla. En este sector, la vegetación se encuentra en puntos específicos dentro del área, siendo las especies características: *Eulychnia iquiquensis* "rumpa de Iquique", "copao", y *Frankenia chilensis* "salitre". En el área geográfica de esta formación, Quintanilla (1988)[26] se define la comunidad de Barjanes o "calanchucal", caracterizada por ser dispersa en cuanto a distribución y estar constituida únicamente por la bromeliacea *Tillandsia marconae*. En el área específica de emplazamiento de las instalaciones portuarias no existen especies vegetales presentes.

- **Caracterización Vegetación y Flora**

De acuerdo con los antecedentes bibliográficos recopilados, los datos entregados por estudios anteriores para este sector y la última visita a terreno efectuada, se pueden definir, para el área del Puerto, tres situaciones ambientales. La primera corresponde al farellón

25 Gajardo, 1983
26 Quintanilla (1988)

costero que se ubica en la vertiente occidental de la Cordillera de los Andes, caracterizado por poseer laderas de pendientes abruptas las cuales caen directamente sobre la segunda situación ambiental que corresponde a la terrazas litorales, sector de suelos planos, con poca pendiente y principalmente con un sustrato arenoso, y por último se encuentra un tercer ambiente ecológico que corresponde a los roqueríos litorales. En estas tres situaciones se pudo constatar que no existe vida vegetal, dadas las extremas condiciones de aridez que presenta este sector.

En este sentido la única vegetación existente en el área, corresponde al área de forestación emplazada en un terreno de aproximadamente 30 hectáreas, situado al noreste de las instalaciones portuarias, incorporando inicialmente, aromos, cipreses y eucaliptus. Esta área de reforestación ha sido creada para evapotranspirar las aguas provenientes de la Planta de Filtrado del Concentrado de cobre (Figura 5.3-1).

5.3.3.2 *Fauna Terrestre*

Para el sector del Puerto está descrita la presencia de una pequeña colonia de murciélagos "vampiros", *Desmodus rotundus*. Dicha especie posee una amplia distribución en América del Sur, distribuyéndose en Chile desde Arica hasta Valparaíso (Redford & Eisenberg, 1992). En general, esta especie de mamífero ocupa cuevas costeras en asociación con la existencia de lobos marinos, como en este caso. Otro mamífero que ha sido reportado (Geotécnica, 1995) para esta zona de estudio, es el zorro culpeo (*Pseudalopex culpaeus*). Aunque no se han encontrado evidencias, la presencia del guarén *Rattus norvegicus* en el sector del Puerto es muy probable, ya que está presente en casi todo los asentamientos humanos costeros de la región.

Dos especies de aves terrestres han sido detectadas en el área del puerto, estas son el minero chico (*Geositta maritima*) y el jote cabeza roja (*Cathartes aura*). El minero chico es una especie característica de los ambientes áridos costeros, que probablemente presenta migraciones altitudinales; el jote de cabeza roja está estrechamente asociado a los ambientes costeros, particularmente a las colonias de lobos marinos, como en este caso.

En el sector también habitan dos especies de reptiles: *Microlophus quadrivittatus* (lagartijas) y *Phyllodactylus gerrophygus* (salamanquejas). La primera especie es abundante en todo el sector supralitoral, donde tiene un comportamiento marcadamente territorial. Esta especie, aunque no puede ser considerada como un vertebrado estrictamente terrestre, dada su franca distribución costera-intermareal, se relaciona con los ambientes terrestres del área de estudio. La segunda especie es de hábitos nocturnos y crepusculares y de observación muy poco frecuente. Su distribución geográfica es amplia ocurriendo desde los alrededores de

Lima hasta la parte norte de Antofagasta. En el norte de Chile se le encuentra desde la costa (bajo los sargazos) hasta cerca de los primeros contrafuertes andinos.

Desde el punto de vista del estado de conservación de todas estas especies, *Desmodus rotundus* es considerada Rara (a nivel nacional y regional), *Pseudalopex culpaeus* es considerada Inadecuadamente Conocida (a nivel nacional y regional). y *Phyllodactylus gerrophygus* "Vulnerable".

5.3.3.3 *Oceanografía Física, Biológica y Química*

Para la descripción de la oceanografía física, biológica y química se utilizó la información de la Línea Base 1994 (Geotécnica 1995)[27] y el monitoreo realizado por la CMDIC durante 1999. Durante este monitoreo se establecieron 11 estaciones que pueden ser ubicadas en la Figura 5.3-1.

5.3.3.3.1 *Dinámica*

Tal como lo mencionó anteriormente, el área de estudio se encuentra situada a 65 km al sur de la ciudad de Iquique, específicamente en Caleta Patache, limitada por Punta Patache por el sur (saliente costera baja y escabrosa que se proyecta hacia el océano) y Caleta Cáñamo por el norte (Figura 5.3-1).

En 1994 se efectuaron dos campañas de muestreo, una de verano y otra de invierno (enero - marzo y agosto - septiembre), en las que se realizaron mediciones de correntometría euleriana fija (correntómetro fondeado a 9 m del fondo) y móvil; correntometría lagrangiana y en forma paralela a las anteriores, evaluación de marea y dirección y velocidad del viento.

Resumiendo algunos de los aspectos más relevantes que se desprenden del análisis de la información de 1994, se desprende lo siguiente:

- En lo concerniente a la correntometría euleriana (fija), la dirección varía del N- NE para la campaña de verano y al E en invierno. Las variaciones estacionales (verano-inverno) observadas para los períodos de medición del flujo medio no son notables en cuanto a magnitudes y dirección. Los flujos cambian de dirección, produciendo valores netos medios bajos (0.9cm/s).

[27] Geotécnica 1995

- Al flujo medio referido anteriormente, se le superponen efectos mareales que lo desvían de este curso medio logrando revertirlo durante cortos períodos. La trayectoria mantenida fue casi paralela a la configuración de la costa en el sector, aspecto que es típico de las corrientes de zonas costeras. Es notorio el efecto observado en la mencionada desviación, que forma verdaderas espiras o "loops" en los diagramas progresivos, los cuales se acentúan en períodos de sicigia.

- Los rangos de velocidad observados en 1994 para los correntómetros fondeados en invierno y verano, indican que cerca del 90% de las veces en ambos períodos, las velocidades se mantienen bajo los 9 cm/s (Figura 5.3-4), presentándose mayores períodos de calma en el período invernal.

- Respecto a las direcciones (Figura 5.3-5), se observa que no se mantiene ninguna dirección predominante para ambos períodos. En verano, cerca del 57% de las veces, la dirección es hacia el N, E y SW, mientras que para invierno aproximadamente un 52% se observa para el NE, E y SW.

- Conforme a los resultados obtenidos por la correntometría móvil, se tiene que en períodos de llenante, el flujo principal proviene del norte pasando frente a Patache separado de la costa, generando un vórtice o "loop" al interior de la caleta que gira en sentido anti-horario. Por su parte, para el período de vaciante, se observa una situación inversa, en donde la corriente principal proveniente del sur rodea Punta Patache despegándose de la costa lo cual trae consigo la presencia de un vórtice al fondo del saco de la bahía con un giro en sentido horario.

- En cuanto a los resultados de las mediciones con derivadores, se pudo observar y constatar, la influencia del viento sobre las capas superficiales, efecto que se presentó más evidente durante el período invernal.

- Las magnitudes de corrientes registradas fueron en general inferiores a las observadas en verano, cobrando así una mayor importancia los efectos de arrastre del viento sobre la masa de agua superficial. Este efecto explica que en invierno, las trayectorias descritas por los derivadores no mostraran claras variaciones (como la inversión total de los flujos) con los cambios de marea.
- Los resultados obtenidos mediante esta metodología, confirman el patrón de circulación descrito con mediciones de correntometría móvil. Al parecer, ellos no sufrirían grandes alteraciones entre los períodos estacionales estudiados.

  Finalmente, unificando las diferentes consideraciones y conclusiones alcanzadas

individualmente por las metodologías de medición de corrientes descritas, se postuló para el sector la presencia de un sistema dinámico de flujos que se pueden descomponer en una columna de agua con condiciones casi estáticas (con flujos netos del orden de 1cm/s de dirección N) sobre el cual las mareas imponen flujos reversibles del orden de 7,72 cm/s en verano y de 4.12 cm/s en invierno, según lo establecen las mediciones fijas. Por su parte, las direcciones alternantes aquí son básicamente NE-SO, paralelas a la costa, con componente NE en llenante y SO en vaciante.

- En Punta Patache los flujos mantienen una fuerte componente N en vaciante y S en llenante. Lo contrario se presenta en el área adyacente al terminal y que lleva a postular un desvío de la corriente mareal vaciante, por efectos de Punta Patache, induciendo un vórtice de giro en sentido horario ubicado hacia el saco de la caleta y posiblemente en cada esto o estableciéndose luego, un nuevo vórtice de flujo inverso en llenante.

- Por su parte, el viento local también induce efectos superficiales (oleaje y corriente); sin embargo, éstos no son significativos ante el notable efecto ejercido por la marea.

5.3.3.3.2 *Calidad de las Aguas*

A continuación se entregan las condiciones hidrográficas del área de estudio presentes durante la Línea Base (1994) para el período de verano, describiendo la estructura de la columna de agua en cuanto a temperatura, salinidad, densidad y oxígeno disuelto, para luego presentar las condiciones evaluadas durante las campañas de monitoreo efectuadas durante los meses de abril y octubre de 1998-99. Se establecieron 11 estaciones de mediciones oceanográficas, que pueden ser ubicadas en la Figura 5.3-1.

- **Temperatura**

Caleta Patache en verano de 1994 presentó valores similares a los reportados en 1992 por otros autores (Fuenzalida, 1992)[28], con una tendencia a la homogeneización, con rangos entre 2°C y ausencia de una termoclina bien desarrollada. Las mayores diferencias de temperatura evaluadas entre la superficie y el fondo raramente superaron los 3°C.
La condición anterior también tendió a ser observada en las campañas de monitoreo efectuadas en abril y octubre de 1998 y 1999, en las que se evaluó la presencia de termoclinas débiles a profundidades que fluctuaron entre los 5 y 35 m de profundidad, sin embargo, esta característica desapareció en las cercanías de la costa o en el área interna de la caleta por efectos de una menor profundidad. Los gradientes verticales evaluados

[28] Fuenzalida, 1992

para el sector oscilaron entre los 0,4 y 1,6 °C/10 m, en algunos casos.

Para el período abril - octubre 1998, en la columna de agua se observó la presencia de termoclinas marcadas entre los 14 y 26 m de profundidad, determinándose para este período el límite máximo en lo que concierne a gradientes (e.d.1,6 °C/10 m).

Cabe señalar que la presencia de termoclinas locales se han encontrado asociadas al área más externa de la caleta, mientras que hacia el área interna y tal como ya se mencionó, dichas características no se presentan. En este sector se muestra una columna de agua con una distribución de temperatura más homogénea.

- **Salinidad**

La salinidad presentó variaciones en el área, especialmente en el sector norte de la caleta, donde se observó un gradiente.

En cuanto a las diferencias verticales, para los valores de salinidad de abril y octubre (1998 – 1999), ocurre algo similar a lo observado para la temperatura, es decir, la presencia de una columna de agua homogénea en su distribución hacia el área interna de la caleta. En la medida que se desplaza tal distribución hacia la zona externa de la caleta, es posible observar una columna más estratificada, acompañada de leves variaciones hacia mayores profundidades.

- **Densidad**

En el estudio realizado en 1994, la densidad presenta la misma distribución que la salinidad, lo que indica que la salinidad determinaría en parte, el campo de densidad de Caleta Patache.

En lo que respecta a lo observado en abril y octubre (1998/99), la distribución vertical de densidad mostró una picnoclina desarrollada en el sector más externo de la caleta, para desaparecer hacia el interior de la caleta en la que se establece una condición de homogeneización, característica que ya fue descrita para la temperatura y salinidad.

Oxígeno Disuelto

En cuanto al oxígeno disuelto, en 1994 este parámetro presentó un marcado gradiente vertical, con valores que fluctuaron entre 4 y 1 ml O_2/l, lo que correspondería a un 18% y 82% de insaturación respectivamente, rango que al igual que para los otros parámetros, se

encuentra dentro de los valores reportados por estudios anteriores efectuados en la zona.

Al igual que en 1994, para los meses de abril y octubre de 1998/99, en la distribución vertical de oxígeno se pudo observar la presencia de una oxiclina marcada, la que separa una capa superficial oxigenada de una en la que el contenido de oxígeno disminuye conforme aumenta la profundidad.

Es importante destacar que las condiciones evaluadas en abril de 1998 en el área de Caleta Patache coincidió con una fase de declinación de un período de perturbaciones oceanográficas en el Océano Pacífico conocido como fenómeno "El Niño" 1997/98, que como fue mencionado por Fuenzalida 1998, el evento en la zona norte de Chile alcanzó su máxima intensidad en agosto de 1997, con una anomalía térmica de 3,7°C. Sin embargo, a partir de septiembre y octubre del mismo año se presentó una ligera atenuación y luego se incrementó gradualmente, culminando en enero de 1998 con una anomalía de 5,4°C, la que comenzó a declinar posteriormente.

Situación contraria a la de abril se habría presentado en octubre de 1998, época que coincidió con un período de perturbaciones oceanográficas de carácter frío en el océano Pacífico, conocido como "La Niña 1998/99". Ante estas condiciones ambientales la distribución de la temperatura, salinidad, densidad y oxígeno disuelto respondió claramente a la iniciación de la fase fría, la que se encontraba en una etapa de declinación al momento de efectuarse el muestreo el mes de abril de 1999, mientras que en octubre de 1999 tal condición ya habría finalizado.

5.3.3.3.3 *Metales Traza*

En el estudio llevado a cabo en 1994, el muestreo utilizado en la caracterización de la matriz "agua" consideró muestreo a nivel superficial (1 m) y a la máxima profundidad de cada punto considerado. En la Tabla 5.3-3, se presentan los rangos entre los cuales fluctuaron las valores de metales pesados en el estudio de Línea Base de 1994 y en los muestreos efectuados en 1998 y 1999 dentro del programa de monitoreo mantenido por la CMDIC. En la Figura 5.3-6, se presentan gráficas Box-plot en las que se muestra el valor promedio y la desviación estándar observada para los diferentes metales pesados bajo análisis para 1994, 1998 y 1999, separando los valores superficiales de los de fondo.
Conforme a lo anterior, se puede observar que en general no hay diferencias importantes entre las muestras tomadas en superficie y a máxima profundidad, como asimismo las diferencias estacionales son también pequeñas en el contenido de metales traza en la matriz "agua" y se mantienen en el mismo orden de magnitud a excepción del cobre y el cadmio que en abril (1999) tendió a presentar valores mayores. Similar situación presentó el

zinc el mes de abril 1998.

Al comparar los resultados obtenidos, se puede observar que para el caso del plomo, éste no presenta variaciones significativas, tanto a nivel superficial como de fondo, manteniéndose las concentraciones en niveles < 0,5 ppb. Excepción a lo anterior se presentó en abril de 1999 a nivel superficial, donde se observó un valor aislado de 6,5 ppb en el área de Punta Patache.

Para el caso del cadmio, se puede observar similar situación a la descrita para el plomo en la que las concentraciones se mantienen < 0,5 ppb.

Por su parte, el zinc presenta para el mes de abril de 1998 las mayores concentraciones en ambos niveles, mientras que en el resto de los períodos no se vislumbran diferencias significativas entre los períodos estudiados, manteniéndose las concentraciones reportadas en niveles de magnitud similares a los reportados en 1994.

El mercurio se presenta dentro de los rangos reportados en la línea base de 1994 (0,007 – 0,028 ppb), siendo los niveles reportados en 1999 equivalentes al límite de detección (0,5 ppb).

Las concentraciones de Cu han oscilado entre 0,4 ppb y < 2,5 ppb a nivel superficial y entre 1,4 ppb y 4,72 ppb en profundidad.

Conforme a las metodologías de análisis utilizadas para el selenio, las concentraciones de este metal se han mantenido bajo los 2 ppb.

Por último, el contenido de arsénico en la columna de agua del área muestra para 1998 y 1999 valores inferiores o cercanos a los reportados en 1994, no mostrando diferencias significativas entre las concentraciones a nivel superficial y de fondo.

En general, al observar las gráficas y comparar las concentraciones descritas para los diferentes metales pesados a nivel superficial y de fondo, se observa la tendencia a mantener una columna de agua homogénea, es decir, valores muy similares entre superficie y de fondo, característica que sin lugar a dudas es comparable a la situación descrita para la temperatura, salinidad y densidad, junto con mantener una tendencia a conservarse similares a los valores descritos en 1994.

5.3.3.3.4 *Composición Biológica: Fitoplancton, Zooplancton, Huevos y Clorofila*

- **Fitoplancton y Clorofila**

La caracterización de la comunidad fitoplanctónica presentada en el EIA (1994) para las

estaciones de verano e invierno, mostró que desde el punto de vista de composición específica, en ésta se observó la presencia de diatomeas, dinoflagelados y silicoflagelados. Entre éstos, el grupo de las diatomeas se constituyó como el de mayor número de especies y mayores índices de abundancia relativa, característica que se mantuvo para el mes de abril de 1998. Sin embargo, para los meses de abril y octubre de 1999 no fue así, observándose en abril (1999) un mayor número de especies de dinoflagelados. En octubre de 1999 el número de especies de diatomeas y de dinoflagelados fue muy similar.

Desde un punto de vista cualitativo, para el período estival se identificó un total de 52 especies, de las cuales 33 correspondieron a diatomeas y el restante a dinoflagelados (19), mientras que para el grupo de los silicoflagelados no se identificó ninguna especie. Por su parte, para el período invernal se identificaron 71 especies, de las cuales 49 correspondieron a diatomeas, 18 a dinoflagelados y 4 a silicoflagelados.

Por su parte, en los meses de abril 1998 y abril y octubre de 1999, el número de especies fue bastante menor a los reportados para 1994 con 31, 32 y 25 especies, respectivamente.

En la Tabla 5.3-4 se presentan las especies y/o géneros de diatomeas identificadas para los períodos en análisis.

Cuantitativamente, se observó que las diatomeas presentaron las mayores densidades celulares. Fluctuaron entre 18.400 cél/l y 128.000 cél/l en verano de 1994, siendo la especie *T. nitzschioides* la responsable de más del 50 % de la concentración celular total, mientras que los dinoflagelados resultaron ser menos importantes. En invierno de 1994 las densidades fueron superiores a las 100.000 cél/l, llegando incluso a alcanzar valores máximos de hasta 1.448.800 cél/l. Para este período las especies que presentaron las más altas concentraciones celulares fueron *Lithodesmium undulatum* y *Pseudoeunotia doliolus*, las que en conjunto representaron más del 50% de la concentración celular total.

Similares características a las presentadas para los períodos anteriores se manifestaron en los meses de abril 1998, abril y octubre (1999), en los que las diatomeas presentaron las mayores concentraciones celulares en la zona, con valores máximos que se mantuvieron en 21.800 cél/l (abril 98), 11.000 a 21.600 cél/l (abril 99) y 2.000 cél/l (octubre 99), para las especies de diatomeas *Proboscia alata*, *Chaetoceros convolutus* y *Coscinoddiscus curvulatus*, respectivamente.
En lo que respecta a los dinoflagelados, las especies y géneros más abundantes en los períodos estudiados se presentan en la Tabla 5.3-5. Cuantitativamente, los dinoflagelados presentaron concentraciones máximas de: 400 cél/l (*Pyrophacus horologium*l) en verano de 1994, 800 cél/l (*Ceratium furca* var. *Eugrammun*, *Diplopsalis lenticula*) en invierno de 1994, 200 cél/l (*Ceratium furca* var. *Eugrammun*) en abril de 1998, 700 cél/l (*Ceratium furca var*

berghii) en abril de 1999 y 400 cél/l (*Diplopsalis lenticula*) en octubre de 1999. Por último para el grupo de los silicoglagelados, que como se mencionó anteriormente sólo se presentaron en invierno (1994), destacan *Distephanus speculum* var. *Octonaria* (800 cél/l) y *Dictyocha fibula* (400 cél/l). Esta última también se presentó en abril de 1998 y 1999 (80 y 400 cél/l, respectivamente), mientras que para octubre 1999 no se identificó ninguna de estas u otras especie.

Junto al análisis y evaluación cuantitativa y cualitativa de la comunidad fitoplanctónica, también se evaluó el contenido de clorofila "a" y feopigmentos, los que representan medidas de importancia al momento de evaluar el estado de productividad primaria de las aguas de Caleta Patache. En la Tabla 5.3-6 se presentan los resultados obtenidos para enero y agosto de 1994, abril de 1998 y abril y octubre de 1998.

En dicha Tabla se observa que las mayores concentraciones de clorofila 'a' se presentaron en octubre de 1999 asociadas al área más externa de Caleta Patache, mientras que el valor promedio más bajo se presentó en abril de 1998.

Por su parte, los feopigmentos mantuvieron concentraciones promedios más altas en agosto de 1994, mientras que las más bajas en abril de 1998.

Es importante señalar que basados en otros estudios, las variaciones de concentración de clorofila y feopigmentos entre los períodos estudiados, resulta ser una condición normal en otras bahías chilenas (Santander, 1993)[29]. Esto debido a procesos de surgencia en la plataforma adyacente (Fonseca, 1984)[30].

- **Zooplancton – Ictioplancton**

A continuación se presenta una caracterización del zooplancton en cuanto a su abundancia, distribución y estructura comunitaria para la zona costera de Caleta Patache presentada en el EIA (1994), así como también los antecedentes reportados en 1998 y 1999.

La Tabla 5.3-7 entrega una relación de la abundancia del zooplancton para el período estival e invernal de 1994, abril 1998 y abril - octubre 1999, acompañado de otros antecedentes de interés como lo es la dominancia, biomasa, etc.

De esta Tabla se desprende que en invierno de 1994, se observó una importante

29 Santander, 1993
30 Fonseca, 1984

concentración de larvas de balánidos por sobre la taxa copépodos, situación que podría ser indicativa de condiciones propicias para la mantención de poblaciones de balánidos en el fondo de la bahía, mostrando además un posible sector de reclutamiento de esta especie.

También, la mayor biomasa fue observada en invierno, mostrando para 1994 un aumento de los valores desde el extremo sur (Punta Patache) hacia el norte. En abril '99, sin embargo, se revela un campo de biomasa mayor respecto a lo registrado en la Línea Base, lo que no es inusual si se considera que la zona se encontraría afecta a la influencia de regímenes de surgencia continuos durante todo el año.

En general, la composición del zooplancton para los períodos bajo análisis no presenta grandes diferencias. Por otro lado, la mayor abundancia encontrada en huevos y larvas en el período de invierno de 1994 sería una consecuencia de la mayor disponibilidad de alimento zooplancton en calidad y cantidad. Por su parte, la escasa abundancia observada en verano tanto de huevos como de larvas de peces, se debería a que en la época de verano no se produce la máxima actividad reproductiva de los peces. Por consiguiente, no es raro encontrar pocos estados tempranos (huevos y larvas) en esta época.

Para el período de invierno, tanto en huevos como larvas, se incorporan nuevas especies como *S.sagax*, *M. crockeri* y *T. Symmetricus murphyi*. Lo anterior, indicaría que algunas especies se incorporan estacionalmente al área, dominando en ambos períodos (invierno/verano) la especie *E. ringers*.

En consideración a lo observado en abril de 1998, y abril y octubre de 1999, se puede mencionar que las variaciones presentes en lo que respecta a la componente faunística, con un cambio en la riqueza de especies, pueden asociarse a las condiciones ambientales presentes en el océano costero del pacífico sur oriental en 1998 y 1999, puesto que en estos años el ecosistema se encontraba inicialmente bajo el régimen oceanográfico denominado "El Niño" (1997/98), para luego enfrentar un período frío (1998/99) denominado "La Niña", tal como fue descrito en el punto anteriormente. Este último ("La Niña"), trajo consigo una disminución de hasta 2°C en la temperatura de las aguas superficiales (conforme a la temperatura promedio para la zona).

5.3.3.4 *Comunidades de Roqueríos Intermareales.*

5.3.3.4.1 *Bentos*

Se analizó la información entregada por la Línea Base realizada por Geotécnica (1995) y los

monitoreos que se realizaron en 1999, en 3 estaciones (H-I-J) en septiembre de ese año (Figura 5.3-1).

Como parte de los resultados del estudio efectuado en 1994 para las comunidades intermareales de ambientes rocosos, se mostró que el número de especies observadas en 1994 en el área de estudio fue de 87 especies (58 invertebrados, 30 algas y 2 vertebrados). En septiembre de 1999 se registraron 69 especies (53 invertebrados, 12 macroalgas y 4 vertebrados) (Tabla 5.3-8).

Tanto en 1994 como en septiembre de 1999, se destacó la presencia de bandas o franjas intermareales notoriamente estructuradas y caracterizadas por organismos intermareales sésiles, predominando en el margen inferior en 1999 la presencia de *Lessonia nigrescens*. Cabe señalar que la franja superior presenta escasos macro-organismos sésiles y se caracteriza por presentar altos porcentajes de sustrato libre (roca).

En general, se puede señalar que las franjas reconocidas en el intermareal responden a patrones bióticos existentes en otros ecosistemas intermareales del país, con la salvedad que las especies no son necesariamente las mismas, siendo similar la estructura de dichas franjas para el período de verano e invierno.

5.3.3.4.2 *Metales Traza en Organismos Intermareales*

En 1994, se seleccionó como especie representativa del ambiente intermareal al chorito maico (*Perumytilus purpuratus*), de manera de evaluar el contenido de metales traza en el tiempo.

En 1999 se realizó un monitoreo para la determinación de metales traza en la misma especie de chorito, en 5 estaciones (CHO1, CHO2, CHO3, CHO4 y CHO5) de monitoreo (Figura 5.3-1)

La selección de este tipo de especies obedece a ciertas características que presentan, como por ejemplo su falta de movilidad, la posición trófica que ocupan (filtradores) y su largo ciclo de vida, pudiendo así integrar efectos de los contaminantes que se encuentran disponibles en la columna de agua, debido a que son capaces de concentrar metales traza en solución, alimento y materia particulada presentes en el ambiente marino.
En la Figura 5.3-7 se presentan gráficas Box-Plots de las concentraciones de metales traza en el tiempo, observándose que para los elementos plomo y selenio las concentraciones se presentan dentro de un mismo rango de magnitud al valor señalado en 1994, si se consideran las desviaciones que presentaron los resultados.

Por su parte el cadmio y zinc, muestran una tendencia a disminuir en el tiempo respecto a las concentraciones reportadas en 1994 (cadmio), mientras que para el zinc la misma característica se observa a partir de 1998, alcanzándose valores promedios para cadmio y zinc del orden de los 9 μg/g y 80 μg/g en octubre de 1999, respectivamente.

Los elementos cobre y arsénico, muestran un patrón característico y que consiste en que a partir de 1994 hasta fines de 1998 las concentraciones tendieron a aumentar, sin embargo, para 1999 se observa un mantenimiento de las concentraciones cercanas a los 15 μg/g para el caso del cobre y dentro del rango establecido en 1994 para el arsénico.

Para el mercurio, la concentración muestra cierta tendencia a aumentar en el tiempo en comparación al estudio de 1994, llegando a valores de 0,1 μg/g que corresponde al valor del límite de detección establecido en los 3 últimos muestreos. Sin embargo, los valores reportados para este metal no han superado los 0,2 μg/g.

5.3.3.4.3 *Metales Traza en Sedimentos Intermareales*

Se realizaron monitoreos de metales traza en sedimento de 5 estaciones (Figura 5.3-1)

Las concentraciones de metales pesados de los sedimentos intermareales analizados, son representados en los gráficos de la Figura 5.3-8.

Para el mes de abril 1998 y 1999, con la excepción del elemento cobre, los metales registraron concentraciones inferiores o cercanas a los valores promedios observados en el estudio de 1994. Incluso para selenio y mercurio, los valores se mantuvieron bajo el límite inferior identificado para cada uno de estos parámetros (0,5 y 0,1 μg/g, respectivamente).

En el caso particular del cobre, las mayores concentraciones se presentan en sectores ubicados al norte del terminal, a distancias aproximadas de 400 y 1600 m (por la costa) del mencionado terminal.

5.3.3.5 *Comunidades Submareales*

5.3.3.5.1 *Bentos*

Se analizó la información entregada en la Línea Base realizada por Geotécnica (1995) y los

monitoreos realizados durante septiembre de 1999 en 3 estaciones (H-I-J) (Figura 5.3-1).

- **Fondos Duros**

Cualitativamente, el estudio de 1994 no mostró para las comunidades submareales de fondos rocosos cambios sustanciales entre verano e invierno, manteniéndose en el estrato de 1 a 3m de profundidad comunidades de algas crustosas calcáreas *Lithotothamnioide* con erizo negro (*Tetrapygus niger);* de 3 a 12-15m praderas de algas pardas (*Lessonia trabeculata)* y de 12 a 15m bancos de cholgas (*Aulacomya ater*) (Tabla 5.3-9).

Entre las especies de interés comercial que se detectaron en estos períodos, se encuentran las que se detallan en la Tabla 5.3-10.

Desde un punto de vista cuantitativo, se reportó para la comunidad submareal (1 a 15m de profundidad), 17 especies de peces y 97 especies de organismos bentónicos, de los cuales 20 corresponden a algas y 77 a invertebrados.

El número de especies de algas e invertebrados observados en verano de 1994 para el área de estudio, fluctuó entre 13 y 46, mientras que para invierno de 1994 varió entre 20 y 39, respectivamente. En ambas campañas el máximo número de especies se presentó a los 5 m de profundidad, para luego disminuir a mayores profundidades.

En lo relativo a las condiciones evaluadas en septiembre 1999, el número de especies presentó un máximo de 34 y un mínimo de 13 especies entre algas e invertebrados.

Respecto a la abundancia de peces, en verano de 1994 se observaron 15 especies, siendo los más abundantes la cabinza, burrito, cabrilla y la pintacha; en invierno de 1994 este número fue de 17, siendo las mismas especies que se reportaron en verano. Por su parte, en septiembre 1999 sólo pudieron ser evaluadas 12 especies, manteniendo una coincidencia en cuanto a las especies más abundantes.

El número y tipo de especies sésiles que ocupan substrato primario se mantuvo en general similar en verano e invierno de 1994, presentando una mayor diversidad a los 5m de profundidad (6 sp) y una muy baja diversidad de especies a los 15m (1 sp), característica que es mantenida en septiembre 1999.
En particular, el recurso cholga se caracterizó por una biomasa promedio de 44,8 kilos/m^2 en invierno de 1994, con una longitud promedio de 63,3 mm, lo que representaría un banco de alrededor de 4 años de edad (Solís y Lozada, 1971 fide Cancino y Becerra, 1978).

En resumen se puede señalar que para los períodos estudiados el ecosistema submareal

rocoso distingue tres franjas bióticas definidas con especies dominantes conforme a la profundidad:

- De 1 a 3 m : alga crustosa calcárea *Lithothamnioide*;
- De 3 a 12-15 m : pradera de alga parda *Lessonia trabeculata* y
- De 10 a 15 m : bancos de cholga *Aulacomya ater*.

- **Fondos Blandos**

En lo relativo a las características del sustrato de fondos blandos del ambiente sublitoral, en el estudio de 1994 se encontró que los fondos son mixtos, tanto de arenas gruesas, medias, finas y abundante conchilla. El contenido de materia orgánica total en los sedimentos resultó ser bajo, con valores que fluctuaron entre 1,91% y 3,80%, lo que es típico de áreas costeras y arenosas no alteradas. La Tabla 5.3-11 entrega las características de los fondos blandos.

En esta Tabla se observa que el número de especies recolectadas, fue de moderado a relativamente alto, tomando en consideración lo pequeño del área prospectada. Las formas dominantes en el área, en cuanto a número, fueron sin lugar a dudas diminutos gusanos poliquetos (*Prionospio peruana*, *Mediamastus branchiferus* y *Syllis sp*.), así como también pequeños crustáceos ostrácodos y anfípodos y gusanos nemertinos.

Al comparar los resultados obtenidos en septiembre de 1999 con la condición invernal de 1994, se puede constatar la existencia de una similitud con relación al grupo dominante de poliquetos; sin embargo, en 1994 el segundo grupo dominante resultó ser el Crustacea (6,85%), mientras que en 1999 resultó ser el Mollusca (10,24%), seguido del Crustacea (6,74%).

Es importante destacar que las condiciones ambientales que imperaban al momento de caracterizar esta comunidad en 1999 eran de un evento frío denominado "La Niña", cuyo impacto en las comunidades bentónicas se hizo sentir reemplazando las especies presentes en el área.

Las mayores contribuciones a la biomasa, se deben precisamente a los gusanos poliquetos: *Diopatra chiliensis, Prionospio peruana* y al gastrópodo *Oliva peruviana*.

Por otro lado, en el estudio de 1994, se mencionó que la variabilidad observada en el área, fue producto de la presencia de una heterogeneidad ambiental, jugando la presencia de conchilla un importante papel, lo que destaca el rol que representarían las variaciones de las características granulométricas del sustrato.

Los bajos valores de H' (diversidad específica) en verano de 1994 (en comparación con otros estudios efectuados en el área), son producto de la dominancia numérica de unas pocas especies, como por ejemplo los gusanos poliquetos (*Prionospio cf. Peruana*), así como también del bajo número relativo total de especies de las áreas consideradas en el muestreo.

En conclusión y a la luz de la información de 1994 para las comunidades sublitorales de fondos blandos, es posible señalar que las comunidades macrobentónicas sublitorales del área circundante a Punta Patache, gozan de un buen estado de salud bioecológico, debido a la riqueza de especies y a la contribución que hacen en número de individuos y biomasa, condiciones que aún son mantenidas para octubre de 1999.

5.3.3.5.2 *Metales Traza en Organismos Submareales*

Al igual que para el ambiente intermareal, para la comunidad biológica submareal se seleccionó la cholga (*Aulacomya ater*) como especie representativa de este ambiente, de manera de evaluar en ella, el comportamiento en el contenido de metales traza en el tiempo.

Se utilizaron los antecedentes de la Línea Base realizada por Geotécnica (1995) y el monitoreo realizado en 1999 en 5 estaciones (CH1, CH2, CH3, CH4 y CH5) (Figura 5.3-1).

Los gráficos de la Figura 5.3-9, muestran la evolución experimentada en el tiempo por la cholga en cuanto al contenido de metales traza bajo análisis. En ellas se observa que para los elementos arsénico, selenio y cadmio se experimenta un aumento en 1998 en consideración a los valores de 1994, luego de lo cual tienden a disminuir dentro de 1999 alcanzando valores promedios cercanos a los 4, 3 y 14 ug/g, respectivamente.

Por su parte, para el resto de los elementos (mercurio, cobre, zinc, plomo) se ha observado un aumento de las concentraciones en comparación a lo reportado en 1994.

5.3.3.5.3 *Metales Traza en Sedimentos Submareales*

Se utilizaron antecedentes de la Línea Base realizada por Geotécnica (1995) y el monitoreo realizado en 1999 por la CMDIC en 16 estaciones de monitoreo (Figura 5.3-1).

Las concentraciones de elementos traza del sedimento del submareal de Caleta Patache se han graficado en la Figura 5.3-10.

Al hacer una comparación entre las concentraciones promedios de los metales estudiados en enero 94, abril 98 y abril 99, se puede apreciar que los valores de arsénico, cadmio, cobre y zinc se presentan dentro de un mismo rango de magnitud con el valor de 1994, Por su parte, el selenio se encuentra sobre el valor promedio estimado en 1994, incluso al valor obtenido en abril 1998.

Para el caso del mercurio, para los meses de abril (1998 y 99), las concentraciones tienden a mantenerse bajo los 0,1μg/g. Situación similar se observa para el plomo, en donde en comparación a lo reportado en 1994 (aproximadamente 4.0 μg/g) y lo reportado en abril 1998 y 1999 (aproximadamente 3,0 y 1,4 μg/g, respectivamente), se observa una disminución en su concentración.

5.3.3.6 *Fauna Vertebrados Marinos*

Las aves y los mamíferos marinos del área de Punta Patache destacan por su gran diversidad de especies y abundancia. Destaca el hecho de tener una lobera con presencia permanente de lobos finos australes, presencia perramente y reproducción de chungungo, nidación de pingüino de Humboldt (al menos los últimos cuatro años) y nidación ocasional de pelicanos, entre otros.

5.3.3.6.1 *Aves y Mamíferos*

Para la estimación de las abundancias y los tamaños poblacionales de las aves y mamíferos marinos del sector de Punta Patache de realizaron censos totales de los individuos. Se realizaron tres campañas, cada una con tres censos efectuados en tres días consecutivos. Para efectos prácticos se dividió el sector en ocho unidades (sectores 1 -8). En el caso del sector 7 se identificaron 7 rocas y/o islotes (islotes I - VII) que se censaron individualmente. En el Figura 5.3-11, se detallan los diversos sectores de censaje.

Se realizaron censajes de aves y mamíferos en cada una de las subzonas antes señaladas, como parte del Programa de Monitoreo de la Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM (Collahuasi 1999)[31]. Se consideró además información sobre reproducción, nidación y

[31] Compañía Minera Doña Inés de Collahusi. Informe Anual Medio Ambiente 1999.

presencia de polluelos (Collahuasi, 1999).

En el caso de los lobos marinos se identificó sexo y edad relativa, cuando fue posible. Para la identificación de las nutrias se observaron fecas y huellas para detectar su presencia en el sector.

La identificación de especies se basó en los trabajos de Araya *et al*. (1991)[32] y Sielfeld (1983)[33] para aves y mamíferos marinos respectivamente.

A continuación se señalan los principales resultados:

- Las especies de aves y mamíferos encontradas durante las campañas de terreno (planificadas en el Programa de Monitoreo de CMDIC) entre los años 1997 a 1999, correspondieron a 10 ordenes, 19 familias y 33 especies. El detalle sobre sistemática y estado de conservación se indica en las Tablas 5.3-12 y 5.3-13, respectivamente.

- En el área de influencia del Puerto de Punta Patache se registraron 7 especies en alguna categoría de conservación, 5 de las cuales se definen como Vulnerables, y 2 Inadecuadamente conocidas. Entre las vulnerables hay 3 aves y 1 mamífero, *Lutra felina*. Al respecto cabe destacar que CMDIC está llevando a cabo un programa de monitoreo de *Lutra felina* (Chungungo) en el sector de Punta Patache.

5.3.4 Descripción del Medio Construido

En la zona de Puerto Patache está emplazada la Estación Termoeléctrica Patache de la compañía Celta. Estas instalaciones cuentan con áreas de depósito de cenizas y un muelle.

En la zona del Puerto existe un muelle mecanizado. Las estructuras marítimas que contempla el puerto son:

- Estribo en tierra de hormigón armado.
- Plataforma de acceso para vehículos livianos.
- Cepas de apoyo.
- Fundaciones del cargador de cuadrante.
- Tres duques de alba de atraque.
- Dos postes de amarre con sus correspondientes bitas.

32 Araya *et al*
33 Sielfeld (1983)

Además existen aproximadamente 3 km de caminos internos en el área de puerto, que une la ruta Iquique-Tocopilla con el sector industrial ubicado en Patache.

En la zona norte del puerto hay una caleta de pescadores artesanales denominada Caleta Cáñamo.

En la zona norte, cruzando la Ruta A-1 (que une Iquique-Tocopilla) está emplazada una piscina de almacenamiento de las aguas provenientes de la planta de filtrado de concentrado de cobre que proviene del puerto.

En el área de las Instalaciones Portuarias de Punta Patache se estima que los viajes del proyecto actual corresponden a 90 viajes diarios. Por la Ruta 1 (Iquique-Tocopilla), entre el acceso a Punta Patache y el camino a Patillos hay aproximadamente 1834 viajes diarios, que corresponden a 51,5 % de vehículos livianos y 48,5 % de vehículos pesados. Actualmente Collahuasi representa aproximadamente un 5 % de este flujo.

5.3.5 Usos del Suelo

- **Plantaciones**

Producto del proyecto Collahuasi, existen aproximadamente 30 hectáreas, que se encuentran forestadas en el sector nororiente de Punta Patache, las cuales son regadas con aguas provenientes de la piscina antes mencionada.

- **Actividad Pesquera**

Caleta Cáñamo, ubicada 65 km al sur de la ciudad de Iquique e inmediatamente al costado norte de Punta Patache, presenta un uso residencial esporádico asociado a la actividad del sector pesquero artesanal.

La actividad pesquera en Caleta Cáñamo se desarrolla desde 1973. En la actualidad operan unos 34 pescadores artesanales, todos ellos provenientes mayoritariamente de otras regiones.

Los pescadores emplean embarcaciones menores y se dedican a las actividades de buceo y pesca. Las capturas se realizan dentro de las zona comprendida entre Patillo por el Norte y Pabellón de Pica por el Sur.

- **Uso Industrial y Comercial**

En Puerto Patache, junto con las instalaciones de Collahuasi, existe la Central Termoeléctrica de CELTA.

En Caleta Patillos, ubicada unos 10 km al norte de Punta Patache, existe un sector que presenta un uso industrial. En este sector se emplaza un puerto destinado a satisfacer la necesidad de embarque de la sal común, que se explota en el sector desde el Salar Grande.

5.3.6 Descripción Recursos Arqueológicos, Antropológicos e Históricos

El Area del Puerto Patache constituye una península que significaba el acceso a abundantes y variados recursos alimenticios para la pesca y la recolección costera. Las fases de ocupación prehispánica del área fueron caracterizadas por el arqueólogo Sr. Lautaro Núñez en la década de los 60, basándose fundamentalmente en los sitios que se reseñan en el estudio. La secuencia cubre desde recolectores arcaicos fechados en 2.010 años a.C., hasta poblaciones portadoras de cerámicas fechadas en el 1.000 d.C. divididos en 5 fases de desarrollo.

En el Área del Puerto de Punta Patache se identifican 15 sitios arqueológicos cuyas fichas descriptivas se entregan en el Anexo C y se localizan de manera referencial en el Figura 5.3-12.

5.3.7 Caracterización del Paisaje

En el área del puerto, el plano principal del paisaje lo constituye el océano Pacífico, una terraza litoral y la Cordillera de la Costa. No existen quebradas que lleguen al mar y diserten la Cordillera de la Costa. Este plano es apreciado desde la carretera costera que une Iquique y Tocopilla.

Las condiciones climáticas de esta área son propias del desierto cálido, cuya vegetación es prácticamente nula. Los ambientes marinos del sector se identifican por poseer una rica flora y fauna, característica de las masas de agua fría de la Corriente de Humboldt.
En el borde costero se aprecian cinturones de algas pardas y especies de moluscos. Además, asociados a la riqueza de las aguas marinas, se observan aves y mamíferos marinos, como el lobo común y el lobo fino. La zona de la punta en Patache es un área

atractiva por las colonias de lobos y otras especies marinas.

En la actualidad en la zona del puerto existe una Central Termoeléctrica (Celta), y diversas instalaciones portuarias de CMDIC. Además, al costado Este de la carretera que une Iquique y Tocopilla, y a aproximadamente 2 km al Norte de las instalaciones portuarias está emplazada la piscina de evaporación y almacenamiento de aguas de filtrado.

La sensibilidad de este sector se califica como fue explicado en la sección 5.1.8.

Caracterización de la Cuenca Visual de Punta Patache

Elemento Valorado	Descripción	Sensibilidad
Morfología o Topografía	Terraza litoral y la Cordillera de la Costa	2
Presencia de Agua	Area costera	2
Presencia de Vegetación	Escasa a nula vegetación terrestre. Algas pardas.	1
Presencia de Fauna	Variedad de aves asociadas al ambiente marino. Mamíferos marinos (lobos, chungungos, entre otros)	3
Acción Antrópica	Instalaciones portuarias CMDIC y Termoeléctrica Celta. Instalaciones de filtración y secado del concentrado, galpón de almacenamiento, Piscinas de evaporación. Caminos y líneas eléctricas	1
Flora y Fauna en Estado de Conservación		3
Contrastes cromáticos	Contrastes cromáticos entre rocas	1
Forma de la Cuenca Visual	Cuenca extensa	1
Compacidad	Zonas de ocultamiento	3
Fondo escénico	Importante	1
Tamaño de la Cuenca Visual	Visiones próximas	1
Unicidad del Paisaje	Paisaje común en la región y alterado.	1
Marcas Visuales	Hitos negativos y positivos	1
Sensibilidad Baja (1,6)		

En resumen, de acuerdo con esta categorización de paisaje, la Cuenca Visual Punta Patache presenta sensibilidad paisajística baja, particularmente debido a que corresponden a paisajes comunes en la zona, con ausencia de especies vegetales terrestres y alguna

variedad de aves marinas. Es además una zona bastante intervenida, debido a la presencia de las instalaciones industriales existentes.

5.3.8 Riesgos

No existen riesgos naturales aparentes en la zona del puerto, excepto aquellos que provienen del mar (tsunamis). No obstante, la quebrada que corta al abrupto costero en la inflexión meridional de su trazado, presenta un cono de deyección torrencial que se derrama sobre el talud hacia la planicie costera.

5.4 CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO

El Proyecto Expansión 110 KTPD Planta Concentradora Collahuasi se encuentra ubicado geográficamente, en la I Región de Tarapacá, Provincia de Iquique, y abarca tres áreas principales: el Área Mina - Planta, el Área Mineroducto, y el Área Instalaciones Portuarias Punta Patache.

El Area Mina - Planta se encuentra ubicada aproximadamente a 200 km al sureste de la ciudad de Iquique, en las coordenadas 21° latitud sur y 68° 42' longitud oeste. El área puerto se localiza a unos 65 km al sur de la ciudad de Iquique, en el sector denominado Patache. Por último, entre el Área Mina - Planta y el Área Puerto, se desarrolla el Área Mineroducto.

En este acápite se presenta un análisis de la situación socioeconómica y sociocultural de los tres niveles territoriales que comprenden las áreas de emplazamiento del proyecto, señaladas precedentemente y que corresponden a:

- Nivel Regional (I Región de Tarapacá).
- Nivel Comunal (Comunas de Iquique, Pozo Almonte y Pica), y
- Nivel Local (Entidades rurales aledañas al Área de Influencia del Proyecto).

Para la elaboración de esta sección se ha contado con la siguiente bibliografía:

- Censo Nacional de 1992 (Instituto Nacional de Estadística - INE).
- Encuesta Trimestral de Empleo Agosto - Octubre, INE 2000.
- Compendio de Información Estadística 1999, Ministerio de Educación.
- Carpetas Comunales 1998 - Comunas de Iquique, Pozo Almonte y Pica.
- Anuario de Edificación INE, 1998.
- Anuario Estadístico Sector Eléctrico. Generación y Distribución, INE 1997 – 1998.

- Chile: Estimaciones de Población por Sexo y Edad. Total País y Regiones, 1990 – 2005, Urbano – Rural.
- Chile: Estimaciones de Población por Sexo, Menores de 15 años y de 15 años y más de Edad. País, Regiones, Provincias y Comunas. 1990 – 2005. Urbano – Rural, INE.
- Diagnóstico para la Elaboración del Plan Maestro Turístico I Región de Tarapacá, Informe Final. SERNATUR, 1997.
- Antecedentes Socioeconómicos I Región de Tarapacá, Agosto 1998.

5.4.1 Socioeconomía Regional

La Región de Tarapacá tiene una superficie de 59.099,1 km^2 (vigente hasta el año 1998[34]) y se ubica en el extremo septentrional del país, limitando con el Perú por el Norte, la Región de Antofagasta por el Sur; Bolivia por el Este y el Océano Pacífico por el Oeste.

La división político - administrativa de la región, está constituida por tres provincias: Parinacota, Arica, e Iquique, reuniendo a un total de diez comunas: General Lagos, Putre, Arica, Camarones, Huara, Camiña, Colchane, Iquique, Pozo Almonte, y Pica. Además, existen un total de 130 localidades rurales y 2 ciudades principales ubicadas en la costa: Arica e Iquique. En la Figura 5.1-1 se presentan las localidades pobladas cercanas a las distintas área del Proyecto (nivel regional, comunal y local).

A continuación se describen los aspectos socioeconómicos de la I Región, en términos de los siguientes aspectos:

- Demografía,
- Actividades Económicas,
- Empleo,
- Vivienda,
- Servicios,
- Salud,
- Educación, y
- Turismo y Hotelería.

Demografía

Con una superficie de 59.099,1 km^2, la I Región de Tarapacá, según datos del último Censo

[34] Carpeta Comunal de MIDEPLAN, 1998.

Nacional (1992[35]), presentaba una población de 339.579 habitantes, con una proyección al año 2000 de 398.947 habitantes, y con una densidad de 6,8 habitantes por km^2. La población de la I Región corresponde a aproximadamente el 2,6% de la población nacional (15.211.308 habitantes), al año 2000. En términos demográficos, las comunas más pobladas dentro de la región son Arica e Iquique con una proyección al año 2000 de 193.788 y 185.640 habitantes, respectivamente. Aparte de estas dos ciudades, ninguna otra entidad poblacional de la región supera al año 2000 los 100.00 habitantes.

Según estas mismas proyecciones, al año 2000 la Región de Tarapacá presenta principalmente características urbanas, con sólo un 5% de su población en asentamientos rurales.

Respecto a la distribución por sexo y edad, según las proyecciones del INE al año 2000, la I Región de Tarapacá se caracteriza por ser demográficamente joven dentro del conjunto nacional, considerando que el 28,1% de su población tiene menos de 14 años, porcentaje muy cercano al promedio nacional que es de 28,4%. Además, un total de 203.284 habitantes son hombres y 195.663 habitantes mujeres, lo que equivale a un Indice de Masculinidad (IM[36]) de 103,9 hombres por cada 100 mujeres, cifra superior a la nacional para el mismo año, estimada en 98,1.

La Tabla 5.4-1 muestra las principales características demográficas de la población regional, según proyecciones del INE para el año 2000:

Actividades Económicas

Históricamente, la actividad económica de la I Región se ha caracterizado por ser monoproductora. A comienzos de siglo estuvo basada en la minería del salitre, posteriormente se desarrolló a través de la pesca y, más tarde, tras la instauración del régimen de Zona Franca, en el comercio.

Entre 1985 y 1990, los sectores más importantes de la economía local fueron la industria, el comercio, los servicios y la pesca, sin embargo, desde 1992, la pesca comienza a decaer en importancia y se inicia el desarrollo de la minería.
Entre 1994 y 1997, la minería se transformó en la actividad económica regional de mayor dinamismo, creciendo en promedio un 17,4% al año. Este desarrollo se debió principalmente, a la puesta en marcha de los yacimientos pertenecientes a las Compañías Cerro Colorado

35 Censo Nacional (1992)
36 Cantidad de Hombres por cada 100 Mujeres.

Ltda. y Quebrada Blanca S.A., que en conjunto aportaron cerca del 9% del producto regional.

La economía regional ha mostrado un importante dinamismo a partir de la década de los noventa, donde el Producto Interno Bruto Regional (PIBR) creció entre los años 1990 y 1996, a una tasa promedio anual de 9,1%. Los sectores que experimentaron un mayor crecimiento corresponden a la minería (8.3%) y el comercio (2.7%).

La Tabla 5.4-2 muestra la estructura porcentual del PIBR, según clase de actividad económica, período 1990 – 1996.

Las exportaciones a nivel regional crecieron a una tasa promedio de 11,8% entre 1990 y 1998, lo que significó un flujo promedio anual de 415 millones de dólares. En 1998 las exportaciones alcanzaron a 632 millones de dólares.

Los flujos de inversión extranjera directa materializada alcanzaron en el período 1990 – 1998 a un monto de 2.910 millones de dólares, los que se orientaron mayoritariamente al sector minero.

La actividad económica de la región se basa principalmente en las actividades de minería, pesca, manufactura, comercio, turismo y agricultura.

Minería

La producción minera metálica de cobre en la región contaba hasta el año 1997[37], con dos grandes proyectos en operación, denominados Cerro Colorado con una producción aproximada de 60.000 toneladas de cobre fino en cátodos, y Quebrada Blanca con una producción aproximada de 75.000 ton/anuales de cobre catódico. En la pequeña y mediana minería destaca Cascada con una producción total aproximado de 16.000 a 20.000 toneladas de cobre precipitado.

Con la explotación de la mina Doña Inés de Collahuasi, en el año 1998, la actividad cuprífera se ha acrecentado de manera considerable, con una producción de alrededor de 920.000 toneladas al año (tpa) de concentrado en la planta de sulfuros y 52.000 tpa de cátodos en la planta de óxidos. El volumen nominal tratado de mineral grueso de la planta de sulfuros es de 60.000 tpa y actualmente, la totalidad del mineral se obtiene del rajo Ujina. La alimentación de crudo a la planta de óxidos es de 15.000 tpd y el mineral se recibe de los

37 Diagnóstico para la Elaboración del Plan Maestro Turístico I región de Tarapacá, 1997.

yacimientos de Ujina y Huinquintipa.

En cuanto a la producción minera no metálica, ésta descansa fundamentalmente en la producción de cloruro de sodio (3.177.898 TM en 1994), la más importante del país, y en la producción de kieselghur y yodo, productos de alto valor comercial, además de boratos, caolines y bentonita. Asociadas a la minería no metálica se encuentran Cellite, Macarena, Cosayach, y Soledad.

Pesca

La I Región de Tarapacá cuenta con grandes recursos marinos, centrándose la actual explotación en la pesca pelágica de orilla, existiendo un potencial en los sectores de profundidad, como también en el campo de los cultivos marinos y extracción de moluscos y crustáceos, realizada por pescadores artesanales. Sin embargo, la explotación de recursos marinos ha sido alterada por la contaminación del río Loa afectando la calidad y cantidad de los recursos, y por los cambios de temperatura de las aguas oceánicas efecto del fenómeno de El Niño.

La actividad pesquera aportó en 1994, el 22,8% de la captura total del país y el 24,8% de la producción nacional de harina de pescado, con cifras de desembarque de 2.000.000 de toneladas de pescado app., y una producción de 390.000 toneladas de harina de pescado y 46.000 toneladas de aceite.

Agricultura

De acuerdo al VI Censo Agropecuario de 1997, la región contaba con una superficie total sembrada de 8.392,5 hectárea, de las cuales 3.018,8 hectárea pertenecían a plantaciones de hortalizas al aire libre o en invernadero (35,9%), 2.881,6 hectárea pertenecían a plantaciones de forrajes anuales y permanentes (34,3%), y 2.171 hectárea correspondían a plantaciones de frutales caseros y de plantación (25,8%). El resto de las hectáreas sembradas se dividen en 174,1 de cereales (2,0%), 62,7 de chacras (0,7%), 38,3 de viñas y parronales (0,4%), 23,8 de industriales (0,2%), 17,3 de flores (0,2%), 3,4 de semilleros (0,04%), y 1,5 de viveros (0,01%).

La Tabla 5.4-3 muestra la superficie total sembrada o plantada por grupos de cultivo, en la I Región de Tarapacá, al año 1998.

En relación con las explotaciones agropecuarias en la región, al año 1997 existían un total de 179.986 cabezas de ganado, de las cuales 111.872 cabezas eran de camélidos (62,1%), 46.005 eran de ovinos (25,5%), 10.838 eran de caprinos (6,0%), 5.150 de porcinos (2,9%), 4.618 de ovinos (2,5%), y 1.503 de equinos (0,8%) (Tabla 5.4-4).

Manufactura

La industria manufacturera tiene una participación en el PIBR de un 22,6%, situándose en el segundo lugar en importancia. Al interior del rubro, se encuentran las industrias reductoras de pescado que participan en prácticamente un 75% de la industria en referencia.

Comercio

El comercio regional se encuentra completamente ligado a la actividad turística, particularmente en la ciudad de Iquique donde se encuentran las actividades comerciales de la Zona Franca, la que aporta a la región el 15% de sus ingresos brutos, beneficiando directamente a los usuarios e indirectamente a toda la economía regional.

Turismo

Debido a las favorables condiciones climáticas durante todo el año, se pueden realizar actividades al aire libre casi sin interrupción. Sólo el período entre diciembre – marzo en la zona altiplánica, y de mayo – agosto en la costa, se presentan ciertas restricciones. De acuerdo a lo anterior, sólo la variable "distancia" entre la Región de Tarapacá y su principal centro emisor nacional, Santiago, aparece como una limitante importante para su aprovechamiento anual.

La Tabla 5.4-5 define los tipos de turismo característicos de la región, sus áreas principales de localización, y período de realización de las actividades al aire libre y origen de la clientela turística.

Empleo

Al año 1998, según la Encuesta CASEN de MIDEPLAN, la I Región de Tarapacá tenía una PEA

de 263.303 habitantes, de los cuales 146.854 comprendían la fuerza de trabajo regional, representando un 55,8%, y 116.449 habitantes se encontraban inactivos, representando un 44,2% del total de PEA regional.

Del total de población dentro de la fuerza de trabajo, 134.027 habitantes se encontraban ocupados, lo que representa el 91,3%, mientras que sólo 12.827 habitantes estaban desocupados, representado el 8,7% de la fuerza de trabajo de la región.

Al año 1998, de un total de 375.062 habitantes, la I Región de Tarapacá contaba con un total de 15.172 habitantes en condiciones de indigencia, representando un 4,0% del total, mientras que la población pobre no indigente alcanzaba a un 12%, con un total de 44.874 habitantes. Por último, la población caracterizada como no pobre, se encontraba representada por el 84% de la población, con un total de 315.016 habitantes en dicha condición.

De acuerdo a los antecedentes entregados al año 2000[38], la fuerza de trabajo regional en el trimestre móvil Agosto - Octubre 2000 alcanzó a 163.330 personas (aproximadamente el 41% de la población regional total), Respecto al número de desocupados para el mismo período, ésta fue de 17.940 personas, lo que representa una tasa de desocupación de 11,0%. En el contexto nacional esta región se posiciona en el tercer lugar, en sentido de mayor a menor desocupación.

En relación a la ocupación existente en la región, según las ramas de actividad económica, se concluye que la mayor ocupación está representada por los servicios, con 43.010 personas ocupadas, lo que representa el 29,6% del total de población ocupada. Luego sigue el comercio con 31.100 personas (21,4%), transporte y comunicaciones con 17.520 ocupados (12%), y la industria manufacturera con 16.410 personas, lo que representa el 11,3% del total. El último lugar de ocupación se concentra en la actividad de electricidad, agua y gas, con sólo un 1,1% de la población ocupada (1.620 personas).

Respecto al total de desocupados, se observa que hubo un aumento de 680 personas, lo que se refleja en las tasas de desocupación de los dos trimestres móviles, en donde para el trimestre Julio – Septiembre 2000, la tasa de desocupación fue de 10,7%, mientras que para Agosto – Octubre, éste fue de 11,0, aumentando en un 1,7%.

De acuerdo con los antecedentes entregados por la Superintendencia de AFPs, entre 1990 y 1997, el ingreso medio imponible de los ocupados de la región era, a junio de 1997, de $234.845, valor que aún se encuentra por debajo del promedio nacional que es de $238.319

[38] Indicadores de Empleo, Trimestre Móvil Agosto – Octubre 2000, INE.

pesos para el mismo año.

Vivienda

Según los antecedentes proporcionados por el Censo de 1992, a esa fecha la región presentaba un total de 85.809 viviendas, de las cuales 85.320 eran particulares (99,4%), y 489 colectivas (0,6%). Del total de viviendas, 75.101 se encontraban ocupadas, representando el 87,5% del total de viviendas, y 10.708 estaban desocupadas lo que correspondía al 12,5% del total. Del total de viviendas ocupadas, 48.002 eran viviendas propias (63,9%), mientras que 16.455 eran arrendadas (21,9%), y 10.644 tenían otra condición de tenencia (14,2%). De acuerdo al tipo de viviendas, 66.703 viviendas eran permanentes (88,8%), mientras que 8.239 eran semipermanentes (10,9%), y 159 eran móviles o de otro tipo (0,2%). Por último, del total de viviendas existentes en la Región de Tarapacá, 74.615 viviendas se encontraban en zona urbana, representado el 87%, y 11.194 viviendas existían en zona rural, lo que correspondía al 13% regional.

Según el INE, al año 1995 el cálculo de indicadores muestra un promedio por cada vivienda de 4 personas, valor que se reduce en las zonas rurales a 1,8 y aumenta levemente en las áreas urbanas a 4,3, destacando algunas entidades como La Tirana con 0,5 personas por vivienda (Tabla 5.4-6).

De la Tabla 5.4-6 se desprende que a nivel comunal, el índice regional sólo se asimila en las comunas de Arica e Iquique, ya que en el resto, no sobrepasa las 2,4 personas por vivienda.

Respecto a la edificación en la región, en Diciembre de 1998 la superficie total autorizada incluyendo obras nuevas y ampliaciones (vivienda, industria, comercio, establecimientos financieros y servicios) fue de 18.252 m^2, disminuyendo en 8.195 m^2 respecto al nivel alcanzado en Diciembre de 1997, que era de 26.447 m^2.

Servicios

Al año 1992, según el último censo nacional, existían 72.310 viviendas que disponían de alumbrado eléctrico, representando un 96,3% del total de viviendas ocupadas. Además, 70.954 viviendas contaban con red pública para acceder al agua (94,5%), y 70.899 viviendas accedían al agua por cañería (94,4%). Por último, 62.242 viviendas se conectaban al servicio higiénico por alcantarillado, representando el 82,9% del total de viviendas ocupadas en la región.

La generación de energía eléctrica de la I Región, alcanzó en el año 1998[39] un total de 159 GWH. Por su parte, la distribución de energía eléctrica de la región, alcanzó en el mes de Diciembre de 1998 un total de 66.894 (MWH), energía que se distribuye a los siguientes sectores: minero con 29.100 MWH (43,5%), residencial con 13.216 MWH (19,7%), comercial con 7.840 MWH (11,7%), industrial con 9.070 MWH (13,5%) y otros con 7.668 MWH (11,5%).

En cuanto a la cobertura de servicios sanitarios, la I Región de Tarapacá, al año 1997[40], contaba con una población urbana estimada de 351.647 habitantes, de los cuales 350.501 se encontraban abastecidos con agua potable, con una cobertura de 99,7%. Además, un total de 339.593 habitantes se encontraban abastecidos con alcantarillado, arrojando una cobertura de 96,6%. Por último, la cobertura de tratamiento de aguas servidas era de un 100% en la región.

La Tabla 5.4-7 muestra la cobertura de servicios sanitarios en la región, al año 1997.

Salud

Al año 1997 la región contaba en total con 33 establecimientos de atención para la salud, incluyendo: 2 Hospitales (6%), 12 Consultorios (36,4%), y 19 Postas (57,5%).

Durante el año 1997 la tasa de natalidad alcanzó a 21,1 por mil habitante. Esta cifra se encuentra por sobre la natalidad a nivel nacional para el mismo año, que fue de 19,7 por mil habitantes (279.928 nacidos vivos). Además, la región presentó una mortalidad general de 4,45 por mil habitantes, una mortalidad neo – natal de 5,37 nacidos vivos, y una mortalidad infantil de 8,62 por mil nacidos vivos.

En relación con el sistema previsional de salud en la región, al año 1998 existía un total de 183.534 habitantes que pertenecían al sistema público, representando el 48,9% de la población registrada (375.705 habitantes), mientras que 99.536 habitantes se encontraban en isapres (26,5%), y 85.272 habitantes pertenecían a otro tipo de sistema, representando el 22,7% de la población. Por último, sólo 7.363 personas no presentaban datos, cifra que correspondía al 2% (Tabla 5.4-8).

Educación

Al año 1998, el promedio de escolaridad en la región, fue de 10,3, presentando una tasa de

39 Anuario estadístico Sector Eléctrico Generación y Distribución 1997 – 1998, INE.

40 Informe Anual de Coberturas Agua Potable y Alcantarillado 1997. Superintendencia de Servicios Sanitarios. Situación estimada al 31/12/97

analfabetismo del 1,7%.

Según el Censo de 1992, la mitad de la población regional no había completado su enseñanza básica y sólo 120.062 personas poseían enseñanza media completa. Dentro del nivel de instrucción superior, 32.352 personas cursaron la enseñanza superior.

La I Región de Tarapacá cuenta con un total de 250 Establecimientos Educacionales[41], de los cuales 178 corresponden a zonas urbanas, y 72 a zonas rurales. En relación con la distribución de los establecimientos, por dependencia, 133 corresponden a Municipales (53,2%), 68 a Particulares Subvencionados (27,2%), 48 a Particulares Pagados (19,2%), y 1 a corporación (0,4%) (Tabla 5.4-9).

Desde el punto de vista de la cantidad de matrícula por nivel de educación, de un total de 100.330 matrículas en la región, un 9,5% (9.594 alumnos) corresponde a Educación Parvularia; un 0,8% (829 alumnos) a Educación Especial un 65% (64.884 alumnos) a Educación Básica y un 25% (25.023 alumnos) a Educación Media (Tabla 5.4-10).

Turismo y Hotelería

A partir de 1994 la región ha crecido notablemente en el sector hotelero, fundamentalmente en las ciudades de Arica e Iquique, y en menor escala en las localidades de Pica, Mamiña y Putre. Al año 1996 existían aproximadamente 110 establecimientos hoteleros, con 6.200 camas, y unos 60 establecimientos complementarios con aproximadamente 1.200 camas. Se deben considerar también, camping localizados principalmente en la Provincia de Iquique, albergues en parques y reservas de Conaf, y otros pertenecientes a diversas entidades y asociaciones.

En relación con la cantidad de establecimientos gastronómicos, éste asciende a más de un centenar entre las diferentes categorías, destacando la calidad de aquellos que forman parte de los principales hoteles de la región. Destacan además, el equipamiento gastronómico de Pica, Mamiña, Putre, Huara, Camiña, Pozo Almonte, Pozo Toyo, Chanavallita, y Caleta San Marcos.

Para el mismo año 1996, las agencias de viajes concentradas principalmente en Arica e Iquique, ascendían a un total de 51, de las cuales 27 eran especialistas en turismo emisivo y 18 en turismo receptivo, y 6 en receptivo y emisivo. A estas se sumaba 1 agencia receptiva

41 Compendio de Información Estadística MINEDUC, 1999.

en la localidad de Putre.

Cabe destacar que en las ciudades de Arica e Iquique existe un casino con buen equipamiento y salas de juego. Además, las instalaciones para Congresos y Convenciones en estas ciudades se encuentra asimilada fundamentalmente al sector hotelero, para lo cual hasta el año 1995, existían en la Iquique un total de 18 salones de conferencias con capacidad para 1.768 personas, cifra que se superó en el año 1996, con la apertura de los hoteles Holiday Inn y El Terrado. Además, se debe incorporar la instalación del Centro de Convenciones de la Zona Franca de Iquique, el que cuenta con 9 salones que pueden albergar un total de 800 personas.

La demanda turística muestra un incremento sostenido entre 1993 – 1996 tanto en visitantes nacionales como extranjeros.

En 1996, el número de pasajeros ingresados en hoteles fue de 223.013 personas, (7,5% del total nacional), de los cuales 154.825 eran nacionales y 68.188 extranjeros. Estas cifras ubican a la Región de Tarapacá en 5º lugar a nivel nacional, después de las regiones Metropolitana (27,3%), de Valparaíso (12%), de Los Lagos (12%), y del Bío Bío (11%). Al año 1995, el número de visitantes extranjeros en la Provincia de Iquique, fue de 35.592 personas, mientras que al año 1996, en la Provincia de Arica, el número de extranjeros alcanzó a 42.574 personas (Tabla 5.4-11).

En cuanto al número total de pernoctaciones en establecimientos hoteleros de la región, al año 1996, estas fueron de 485.044, mientras que la pernoctación promedio fue de 2,2 días/persona, promedio que sólo ha sido superado por las regiones de Coquimbo (3,0), Metropolitana (2,5), y de La Araucanía (2,4).

5.4.2 Socioeconomía Comunal

5.4.2.1 *Comuna de Iquique*

De acuerdo a la División Político-Administrativa, la Comuna de Iquique se encuentra inserta en la Provincia de Iquique, I Región de Tarapacá.

Demografía

Según el Censo de 1992, la comuna contaba con una población total de 151.677

habitantes. De acuerdo a las proyecciones de población elaboradas por el INE, la cantidad de habitantes de la comuna al año 2000 sería de 185.640 habitantes (94.814 hombres y 90.826 mujeres), lo que representa el 46,5% de la población regional para el mismo año (398.947 habitantes). De acuerdo a lo anteriormente expuesto, en la comuna existe un predominio de la población masculina con un Indice de Masculinidad de 104,4 hombres por cada 100 mujeres, valor que se encuentra por sobre el índice nacional, que es de 98,1, y de la I Región que corresponde a 103,9 hombres por cada 100 mujeres.

La Tabla 5.4-12 se presenta un resumen de las principales características demográficas de la Comuna de Iquique estimadas para el año 2000, y antecedentes según el censo de 1992.

De dicha tabla se desprende que el mayor porcentaje de la población (33,2%) pertenece al grupo etáreo entre 25 a 44 años. A su vez, se aprecia que aproximadamente el 47,8% de la población es menor de 25 años, confirmando la característica de población joven de la región.

Actividades Económicas

De acuerdo al Censo Agropecuario del año 1997, la superficie de terreno de la Comuna bajo explotación agrícola era de 14,8 há, siendo los principales rubros agrícolas las hortalizas (77%), los frutales caseros y de plantación (18,2%) y las flores (3,4%), el resto de hectáreas se divide en 0,1 ha de viveros y 0,1 ha de forrajes anuales y permanentes, representando cada una un 0,7% del total de hectáreas comunales (Tabla 5.4-13).

Respecto a la ganadería, del total de cabezas de ganado de la comuna (665), el 50,9% comprendió porcinos, el 34,7% a ovinos, el 6,5% a caprinos, el 6% a camélidos, el 1,7% a equinos, y el 0,2% restante a bovinos.

La Tabla 5.4-14 muestra la distribución de explotación de ganado en la comuna al año 1997.

Empleo, Pobreza y Población Económicamente Activa

Al año 1998[42], la Comuna de Iquique muestra una fuerza de trabajo de 65.245 personas que representan el 53,6% del total de PEA, que es de 121.810 habitantes para el mismo año. Del total de población en la fuerza de trabajo, 61.107 se encontraban ocupados, representando el 93,7% de la fuerza de trabajo, mientras que 4.138 personas estaban desocupadas, lo que representaba el 6,3% de la fuerza de trabajo comunal (Tabla 5.4-15).

Al año 1999[43], el porcentaje de población Indigente en la Comuna de Iquique es de 1,4%, mientras que la población No Indigente es de un 9,1%, y la población No Pobre es de un 89,5%.

Vivienda

Según el censo de 1992, la comuna de Iquique contaba con un total de 35.666 viviendas, de las cuales 35.508 eran particulares y 158 colectivas. Del total de viviendas existentes, 33.520 estaban ocupadas, representando el 94% del total de viviendas. De acuerdo a la condición de tenencia de las viviendas, 20.109 eran propias (60%), 8.640 arrendadas (25,7%), y 4.771 tenían otra condición (14,2%). Por último, según el tipo de vivienda existente en la comuna, 30.856 viviendas eran permanentes, representando el 92%, 2.582 semipermanentes (7,7%), y 82 viviendas eran móviles o de otro tipo (0,2%).

Por otro lado, en 1999 el hacinamiento (3 o más personas que duermen por habitación) de la Comuna de Iquique alcanzaba al 2,2% de la población total. Por último, un 81,2% de las viviendas se encontraban en buen estado, y en cuanto a saneamiento de los hogares, la comuna tenía un 94,9% de los hogares en la categoría que indica un buen nivel de saneamiento.

La Tabla 5.4-16 muestra las características de las viviendas al año 1992.

Servicios

Al año 1992, según el último Censo Nacional, existían en la comuna un total de 32.888 viviendas que disponían de alumbrado eléctrico, representando un 98,1% del total de viviendas ocupadas. Además, 33.033 viviendas contaban con red pública para acceder al agua (99%), y 32.397 viviendas accedían al agua por cañería (97%). Por último, 28.784 viviendas se conectaban al servicio higiénico por alcantarillado, representando el 86% del total de viviendas ocupadas en la comuna de Iquique (Tabla 5.4-17).

42 Encuesta CASEN MIDEPLAN, 1998

43 Panorama Comunal. Síntesis Estadística de Chile, INE 1999.

En cuanto a la cobertura de servicios sanitarios en la comuna de Iquique, al año 1997[44] ésta contaba con una población urbana estimada de 166.822 habitantes, de los cuales 166.322 se encontraban abastecidos con agua potable, con una cobertura de 99,7%. Además, un total de 162.318 habitantes se encontraban abastecidos con alcantarillado, arrojando una cobertura de 97,3%. Por último, la cobertura de tratamiento de aguas servidas era de un 100% en la comuna (Tabla 5.4-18).

Salud

De acuerdo a antecedentes proporcionados por la Carpeta Comunal de MIDEPLAN, la red asistencial de salud de la Comuna de Iquique, durante el año 1998, está conformada por 7 establecimientos: 5 consultorios, 1 hospital, y 1 posta.

En relación con los indicadores biomédicos, la comuna de Iquique al año 1997 presentaba un índice de natalidad de 24,58 por mil nacidos vivos, una mortalidad general de 4,76 por mil habitantes, una mortalidad neo – natal de 4,44 por mil nacidos vivos, y una mortalidad infantil de 7,95 por mil nacidos vivos.

Por último, el sistema previsional de salud comunal, cuenta con un total de 174.983 personas, de las cuales 77.576 pertenecen al sistema público (44,3%), 60.118 a isapres (34,4%), 34.734 pertenecen a otro sistema (19,8%), y 2.555 se encuentran sin dato (1,5%).

La Tabla 5.4-19 muestra las principales características de la salud en la comuna de Iquique al año 1998.

Educación

Al año 1999, la comuna presentó una matrícula total de 51.119 alumnos, divididos en 26.103 en establecimientos municipales (51,1%), 16.566 alumnos en establecimientos particulares subvencionados (32,4%), 8.002 matrículas en establecimientos particulares pagados (15,6%), y 448 alumnos en corporación (0,9%) del total de matrículas de la comuna.

En relación a las matrículas existentes por nivel de instrucción, al año 1999 la comuna de Iquique contaba con un total de 5.248 matrículas en el nivel prebásico (10,2%), 340 en nivel especial (0,7%), 33.128 en nivel básico (65%), 5.978 en nivel medio humanista – científico

[44] Informe Anual de Coberturas Agua Potable y Alcantarillado 1997. Superintendencia de Servicios Sanitarios. Situación estimada al 31/12/97

(11,6%), y 6.425 en nivel medio técnico – profesional (12,5%).

En general, la comuna presenta niveles educacionales altos, ya que sólo un 1,2 de la población total es analfabeta.

La Tabla 5.4-20 muestra las principales características educacionales de la comuna al año 1999.

Turismo y Hotelería

La Comuna de Iquique presenta atractivos turísticos tanto Naturales como Culturales. Entre los principales puntos de interés turístico, es importante destacar:

Zofri: Zona Franca de Iquique que comprende un sistema comercial e industrial, líder del comercio internacional de Mesoamérica del Sur.
Puntilla del Marinero: Monumento al marinero desconocido, construido de bronce.
Muelle de Pasajeros: Monumento histórico de 1987, ubicado a un costado del edificio de la Gobernación Marítima.
Boya Combate Naval de Iquique: Boya que señala el lugar donde yace la corbeta Esmeralda.
Edificio de La Aduana: Monumento Histórico desde 1971.
Museo Naval: Contiene reliquias históricas y valiosos testimonios del Combate Naval de Iquique.
Estación de Ferrocarril: Monumento Histórico desde 1977.
Catedral de Iquique: Monumento Histórico desde el 14/04/86.
Torre Reloj: Monumento Histórico desde 1987.
Teatro Municipal: Monumento Histórico desde 1977.
Museo Regional: Posee colecciones arqueológicas y etnográficas.
Museo Antropológico de Iquique: Perteneciente a la Universidad Arturo Prat.
Parque del Salitre:
Mercado de Iquique: Mercado con comidas típicas y restaurantes.
Escuela Santa María:
Avenida Costanera: Desde el sector playa Bellavista hasta Monumento a Prat.
Avenida Presidente Balmaceda: Continuación de la costanera.
Casino de Iquique: Se ubica en la península de Cavancha.
Península de Cavancha: Sector residencial.
Cerro Dragón: Símbolo de la ciudad de Iquique.
Instituto del Mar: Centro de estudios y enseñanza de la actividad pesquera.
Playa Bellavista:

Playa Cavancha: Principal balneario de la ciudad de Iquique.
Playa Brava: Playa extensa de fuerte oleaje.
Playa Huantajaya:
Playa Primeras Piedras:
Playa Huayquique:
Alto Hospicio: Ciudad industrial.
Huantajaya: Antiguo mineral de plata descubierto en 1556.
Salar Grande: El más grande del mundo con una superficie de 280 km^2 y mineral de un 98% de pureza.
Punta de Lobos: Mina de sal.
Cerro Isla: Geoglifos.
Cerro Península: cerro de 934 m.
Punta Patache

Problemas Comunales

De acuerdo a lo señalado en la Carpeta Comunal de MIDEPLAN 1998, los principales problemas de la comuna son los siguientes:

- Pobreza y déficit en infraestructura social, presentando un porcentaje de población en condiciones de pobreza que alcanza el 16,5% al año 1996.
- Aumento del narcotráfico y la drogadicción.
- Aumento de población en el eje Iquique – Alto Hospicio, el que se presenta como foco inmigratorio de personas extranjeras y de otras regiones del país, debido al auge económico de la ciudad de Iquique.
- Déficit en inversiones orientadas a lo productivo.
- Escasa disponibilidad de terrenos para el crecimiento urbano.
- Insuficiencia de galpones de almacenamiento de zona franca, encareciendo artificialmente los costos de instalación de nuevos usuarios, incluso al nivel de desalentarlos.
- Falta de capacidad de barrio industrial lo que impide el crecimiento del sector manufacturero – industrial y atenta contra la instalación de nuevas industrias.
- Falta de una política sistemática de promoción comercial, destinada a abrir horizontes de mercados y atraer usuarios. Esto es, especialmente importante, frente a la aparición de nuevas zonas francas en todo el cono central sudamericano, las que pueden ser surtidas por Iquique.
- Déficit habitacional debido al crecimiento poblacional.
- Situación de tomas de sitios en el sector de Alto Hospicio.
- Debilidad en competitividad del sector industrial manufacturero, por altos costos de

energía.
- Escasez de agua potable en algunos sectores de Iquique, y mayormente en Alto Hospicio.
- Bajo desarrollo de tecnología de punta y carencia de inversión en investigaciones científicas, en el aspecto educacional.
- Accesos poco expeditos a la ciudad de Iquique.
- Carreteras internacionales poco expeditas que conectan a la comuna con los mercados continentales.
- Falta de conexión directa a la red ferroviaria continental.
- Infraestructura vial y de transporte urbano insuficiente, debido al ritmo acelerado de crecimiento y a la falta de una estrategia de desarrollo (lineamiento de planificación urbana).
- Falta de modernización de la infraestructura de servicios del puerto.
- Puerto sin capacidad suficiente para las proyecciones de desarrollo de la ciudad.
- Contaminación ambiental de la industria pesquera, y de las costas.
- Carencia de aplicación de planes preventivos medio ambientales.
- Carencia de plantas de tratamiento de aguas servidas.
- Sobre explotación de recursos hidrológicos del litoral, en el ámbito artesanal e industrial.
- Falta de coordinación del municipio con el sector público.
- Déficit de infraestructura y de sistemas administrativos en controles aduaneros.
- Déficit en el desarrollo y equipamiento urbano.
- Carencia de un cuerpo legal integral y coordinador de todas las leyes en torno a Zona Franca y Zonas extremas.

5.4.2.2 *Comuna de Pica*

La Comuna de Pica se encuentra ubicada en la Provincia de Iquique, I Región de Tarapacá.

Demografía

De acuerdo a antecedentes entregados por el Censo de 1992, la comuna contaba con una población total de 2.512 habitantes, población que según proyecciones del INE, aumentaría al año 2000, a 2.761 habitantes. De este último total, 1.533 habitantes serían hombres y 1.228 serían mujeres, representando el 55,5% y el 44,5%, respectivamente. Respecto al total de población regional para el mismo año (398.947 habitantes), la Comuna de Pica representa sólo un 0,7% de la población. La distribución por sexo de la comuna, arroja entonces un Indice de Masculinidad de 124,8 hombres por cada 100 mujeres, valor que se encuentra muy por sobre los índices del país (98,1) y de la I Región (103,9).

De acuerdo a antecedentes municipales[45], a Noviembre de 2000, se estimaba en la comuna un total aproximado de 3.000 habitantes, lo que sumado a la población flotante que trabaja en actividades mineras en la zona, alcanzaría una cifra de 4.000 a 5.000 habitantes aproximadamente.

La Tabla 5.4-21 resume las principales características demográficas de la Comuna de Pica estimadas para el año 2000, y antecedentes según el censo de 1992.

De la Tabla citada se desprende que el mayor porcentaje de la población, se encuentra representado por un 32,7% de la población perteneciente al grupo etáreo entre 25 a 44 años. Además, es posible apreciar que el 38% de la población es menor de 25 años, con una población de 943 habitantes, mientras que 1.569 habitantes se encuentran por sobre los 25 años, representando un 62,3% del total de población comunal.

Actividades Económicas

Según información del Censo de 1992, la Comuna de Pica se orienta económicamente hacia el sector primario, principalmente en el sector agrícola. Del total de la población ocupada, 541 personas trabajaban en el sector primario (Agricultura, Caza, Silvicultura y Pesca; Explotación de Minas y Canteras), 168 personas trabajaban en el sector secundario (Industria Manufacturera, Electricidad, Gas y Agua, y Construcción) y 365 personas en el sector terciario (Comercio y Servicios).

Al año 1997, la superficie de terreno bajo explotación agrícola en la Comuna de Pica era de 474,1 há, siendo el principal rubro agrícola el de los frutales caseros y de plantación, con 463 ha, equivalente al 98%, el resto de hectáreas se divide en 9,6 ha de hortalizas, 0,7 ha de flores, 0,6 ha de forrajeras anuales y permanentes, 0,1 ha de viveros, y 0,1 ha de semilleros (Tabla 5.4-22).

Respecto a la ganadería, existe un total de 4.576 cabezas de ganado en la comuna, de las cuales 3.256 son de camélidos (71,1%), 1.071 de ovinos (23,4%), 124 de equinos (2,7%), 114 de porcinos (2,5%, 10 de caprinos (0,2%), y 1 a bovinos (0,02%).
La Tabla 5.4-23 muestra la existencia de ganado en las explotaciones agropecuarias de la comuna al año 1997.

[45] Línea Base Ambiental Coposa, Michincha, Mineroducto y Punta Patache. Consultora AMBAR, Noviembre de 2000.

Empleo, Pobreza y Población Económicamente Activa

Al año 1998[46], la comuna de Pica muestra una fuerza de trabajo de 939 personas que representan el 56,6% del total de PEA, que es de 1.659 habitantes para el mismo año. Del total de población en la fuerza de trabajo, 901 se encontraban ocupados, representando el 96% de la fuerza de trabajo, mientras que 38 personas estaban desocupadas, lo que representaba el 4,0% de la fuerza de trabajo comunal.

La Tabla 5.4-24 muestra la participación en la fuerza de trabajo de la comuna de Pica al año 1998.

Vivienda

De acuerdo a los antecedentes entregados por el censo de 1992, en la comuna de Pica existían un total de 1.030 viviendas, de las cuales el 98,4% eran particulares, con 1.014 viviendas, y el 1,6% colectivas, con un total de 16 viviendas. Del total de viviendas existentes en la comuna, 683 estaban ocupadas, representando el 66,3%. En relación con la condición de tenencia de las viviendas, un total de 430 viviendas eran propias, representando el 62,9%, mientras que 109 viviendas eran arrendadas, con un 16%, y 144 tenían otra condición, y representaban el 21,1% del total de viviendas ocupadas. Por último, según el tipo de vivienda existente en la comuna, 571 viviendas eran permanentes, representando el 83,6%, 107 viviendas eran semipermanentes (15,6%), y 5 viviendas eran móviles o de otro tipo (0,7%).

Por último, en 1999 sólo un 40% de las viviendas se encuentran en buen estado, mientras que un 65% de los hogares cuenta con un buen nivel de saneamiento. Además, en relación con el hacinamiento poblacional (3 o más personas que duermen por habitación) de la Comuna de Pica, existía aproximadamente un 2,9% de la población total, en estas condiciones (Tabla 5.4-25).

La Comuna de Pica es una de las comunas rurales de la región dónde más regularmente se registran postulaciones a los programas de subsidio habitacional del Estado. La demanda estimada de las viviendas no representaría del todo un déficit real de vivienda, si no una demanda por viviendas nuevas o remozadas.

Servicios

Al año 1992, según el último censo nacional, existían en la comuna un total de 609 viviendas

[46] Carpeta Comunal de MIDEPLAN, 1998.

que disponían de alumbrado eléctrico, representando un 89,1% del total de viviendas ocupadas. Además, 597 viviendas contaban con red pública para acceder al agua (87,4%), y 611 viviendas accedían al agua por cañería (89,4%). Por último, 416 viviendas se conectaban al servicio higiénico por alcantarillado, representando el 60,9% del total de viviendas ocupadas en la Comuna de Pica.

Al año 1997[47], la cobertura de servicios sanitarios en la comuna de Pica, abastece a una población urbana estimada de 2.347 habitantes, de los cuales el 100% se encuentran abastecidos con agua potable. Además, un total de 1.137 habitantes se encuentran abastecidos con alcantarillado, arrojando una cobertura de 55,8%. Por último, la cobertura de tratamiento de aguas servidas es de un 100% en la comuna (Tabla 5.4-26).

Salud

Según antecedentes entregados por la Carpeta Comunal de MIDEPLAN, en la Comuna de Pica, existe al año 1998, sólo 1 hospital.

En cuanto al sistema previsional de salud comunal, Pica cuenta con un total de 2.437 personas, de las cuales 1.651 pertenecen al sistema público (67,7%), 198 a isapres (8,1%), 578 pertenecen a otro sistema (23,7%), y 10 se encuentran sin dato (0,4%).

Por último, en relación con los indicadores biomédicos de la comuna, ésta tuvo al año 1997, una natalidad de 18,78 por mil nacidos vivos, mientras que la mortalidad general era de 4,13 por mil habitantes (Tabla 5.4-27).

Educación

Según el censo de 1992, existía en la Comuna de Pica, un total de 1.320 personas que habían cursado la enseñanza básica, 676 personas que cursaron la enseñanza media, y 155 la educación superior, mientras que 109 personas no asistieron nunca.

Al año 1999, la Comuna de Pica cuenta con una red educacional conformada por 3 establecimientos educacionales, todos municipales.
Con una tasa de analfabetismo de 4,1%, esta comuna cuenta con una matrícula de 688 alumnos, de los cuales 50 cursan el nivel prebásico, 548 el nivel especial, y 90 la enseñanza media HC, representando el 7,2%, 79,7%, y 13% respectivamente (Tabla 5.4-28).

47 Informe Anual de Coberturas Agua Potable y Alcantarillado 1997. Superintendencia de Servicios Sanitarios. Situación estimada al 31/12/97

Turismo y Hotelería

Entre los atractivos turísticos de la Comuna de Pica, es importante destacar:

Quebrada de Chacarilla: Huellas de animales prehistóricos.
Estación Experimental Esmeralda: Centro de experimentación de pruebas de variedades de dátiles y frutales adaptados a la salinidad.
Matilla: Oasis.
Pica: Pueblo de 2.600 habitantes rodeado de oasis.
Puquio Nuñez: Oasis con vegetación y árboles al sur de Matilla.
Quebrada de Quisma: Chacra colonial La Botijería, bellos mangales.
Quebrada de Tasma: Existen geoglifos y petroglifos a los bordes del valle.
Collacahua: Típico caserío andino.
Estación Aguas Calientes: Termas
Baños Andrés Jiguata
Lirima: Tejidos artesanales y termas.
Cerro Lirima
Cancosa: Pampa con ricos bofedales.
Cordón Montañoso de Sillajhuay: Cerros con azufreras en los faldeos nevados.
Salar del Huasco: Laguna pantanosa con gran cantidad de aves.
Laguna del Huasco: Santuario de la Naturaleza.
Apacheta de Chillínchillín:
Carcanal de Napa: Campos de lava.
Salar de Coposa: Laguna con aves y rodeada de los volcanes Olca e Irruputuncu.
Estación Ujina: Puerto de embarque de yacimientos de azufre boliviano.
Collahuasi: Lugar de la mina de cobre "Doña Inés de Collahuasi".

Problemas Comunales

Según la Carpeta Comunal de MIDEPLAN 1998, los principales problemas de la comuna son los siguientes:

- Carencia de un programa de desarrollo turístico.

- Falta de soluciones habitacionales, producto del crecimiento poblacional experimentado por la cabecera comunal durante los últimos años.
- Falta de energía eléctrica, en la red pública y domiciliaria.

- Baja cobertura de agua potable y alcantarillado.
- Falta de un programa de desarrollo en el área agrícola.
- Carencia de un programa de regularización de Títulos de Dominio y Derechos de Agua.
- Falta de un Liceo Polivalente
- Déficit de infraestructura deportiva – recreativa.
- Bajo nivel de pavimentación en la localidad de Pica.
- Falta de infraestructura en comunicaciones. Existe la necesidad de mejorar y reponer los equipos de radio para las localidades altiplánicas rurales de la comuna

5.4.2.3 *Comuna de Pozo Almonte*

La comuna de Pozo Almonte es otra de las 10 comunas que componen la Provincia de Iquique, en la I Región de Tarapacá.

Demografía

Al año 1992, la Comuna de Pozo Almonte tenía una población total de 6.322 habitantes, con una superficie comunal de 13.765,8 km^2, vigentes hasta el año 1998. De acuerdo a las proyecciones de población elaboradas por el INE, la cantidad de habitantes de la comuna al año 2000 sería de 7.103 habitantes, con una densidad de población de 0,5 hab/km^2.

Del total de habitantes estimados, 3.713 son hombres y 3.390 son mujeres, representando un 52,3% y 47,7%, respectivamente, respecto al total de población. Lo anterior, arroja un Indice de Masculinidad de 109,5 hombres por cada 100 mujeres, valor que se encuentra muy por sobre los índices del país (98,1) y de la I Región (103,9).

La Tabla 5.4-29 presenta las principales características demográficas de la Comuna de Pozo Almonte estimadas para el año 2000, y antecedentes según el censo de 1992. De ella se desprende que el mayor porcentaje de la población (29,8%) pertenece al grupo etáreo entre 25 a 44 años.

Actividades Económicas

Al año 1992, la principal actividad económica de la Comuna de Pozo Almonte, se centraba

fundamentalmente en la minería, la que concentraba un 27,1% de la fuerza de trabajo. En segundo lugar se ubicaban las actividades ligadas a la atención del sector minero y la Carretera Panamericana, tales como servicios comunales /17,9%), el comercio (15%) y el transporte (7,2%).

De acuerdo al Censo Agropecuario del año 1997, la superficie de terreno de la Comuna bajo explotación agrícola era de 214,8 há, siendo los principales rubros agrícolas los forrajes anuales y permanentes con 150,2 ha (70%), las hortalizas al aire libre e invernadero con 36 ha (16,7%), los frutales caseros y de plantación con 25,1 ha (11,7%), y las flores con 1,7 ha (0,8%), el resto de hectáreas se divide en 0,5 ha de cereales, 0,5 ha de viñas y parronales, y 0,8 ha de chacras, representando en conjunto, el 1,8% del total de hectáreas comunales (Tabla 5.4-30).

Respecto a la ganadería, del total de cabezas de ganado de la comuna (16.798), el 46,3% comprendió caprinos, el 45,4% ovinos, el 5,1% camélidos, el 2,4% porcinos, el 0,5% equinos, y el 0,2% bovinos (Tabla 5.4-31).

Empleo, Pobreza y Población Económicamente Activa

Al año 1998[48], la comuna muestra una fuerza de trabajo de 2.208 personas que representan el 50,7% del total de PEA, que es de 4.356 habitantes para el mismo año. Del total de población en la fuerza de trabajo, 2.051 se encontraban ocupados, representando el 92,9% de la fuerza de trabajo, mientras que 157 personas estaban desocupadas, lo que representa el 7,1% de la fuerza de trabajo comunal (Tabla 5.4-32).

En cuanto al nivel de pobreza de la población comunal, la Comuna de Pozo Almonte cuenta con un 4% de su población en condiciones de indigencia, mientras que un 13% no son indigentes, y el 83% pertenece a los no pobres.

Vivienda

Al año 1992, la Comuna de Pozo Almonte tenía un total de 3.231 viviendas, de las cuales 3.201 eran particulares y 30 colectivas. Del total de viviendas existentes, 1.594 estaban ocupadas. De acuerdo a la condición de tenencia de las viviendas, 663 eran propias (41,6%), 299 arrendadas (18,7%), y 632 tenían otra condición (39,6%). Por último, según el tipo de vivienda existente en la comuna, 1.358 viviendas eran permanentes, representando el

48 Carpeta Comunal de MIDEPLAN, 1998

85,1%, 225 semipermanentes (14,1%), y 11 viviendas eran móviles o de otro tipo (0,7%).

Servicios

Al año 1992, según el último censo nacional, existían en la comuna un total de 1.371 viviendas que disponían de alumbrado eléctrico, representando un 86% del total de viviendas ocupadas. Además, 1.285 viviendas contaban con red pública para acceder al agua (81%), y 1.411 viviendas accedían al agua por cañería (89%). Por último, 929 viviendas estaban conectadas al servicio higiénico por alcantarillado, representando el 58,2% del total de viviendas ocupadas en la Comuna de Pozo Almonte (Tabla 5.4-33).

Salud

La red asistencial de salud de la Comuna de Pozo Almonte, durante el año 1998, está conformada por 3 establecimientos, de los cuales 1 es consultorio y 2 son postas.

Los indicadores biomédicos a nivel comunal, muestran una natalidad de 23,19 por mil nacidos vivos, una mortalidad general de 5,14 por mil habitantes, una mortalidad neo – natal de 18,99 por mil nacidos vivos, y una mortalidad infantil de 31,65 por mil nacidos vivos.

Por último, el sistema previsional de salud comunal, cuenta con un total de 6.497 personas, de las cuales 3.070 pertenecen al sistema público (47,3%), 1.459 a isapres (22,5%), 1.890 pertenecen a otro sistema (29,1%), y 78 se encuentran sin dato (1,2%) (Tabla 5.4-34).

Educación

De acuerdo a los antecedentes entregados al año 1999, por Mineduc[49], la Comuna de Pozo Almonte cuenta con un total de 8 establecimientos educacionales de dependencia municipal.

El total de matrículas existentes en la comuna, alcanza un total de 2.092 alumnos que se dividen en 95 para nivel prebásico, representando un 4,5%, 1.498 en el nivel básico, con un 71,6%, 97 alumnos en la enseñanza media humanista – científico, con el 4,6%, y 402 matriculados para la educación media técnica profesional, correspondiente al 19,2% del total de matrículas comunales.

49 Compendio de Información Estadística.

La tasa de analfabetismo de la comuna, es de 3,4, muy por sobre la tasa regional, que alcanza sólo al 1,7%.

La Tabla 5.4-35 muestra el resumen de los antecedentes educacionales de la Comuna de Pozo Almonte, al año 1999.

Turismo y Hotelería

La Comuna de Pozo Almonte presenta variados atractivos turísticos, entre los cuales se destacan:

Oficina Salitrera Baquedano: Vestigios de la explotación salitrera.
Oficina Salitrera Humberstone (MN)
Oficina Salitrera Santa Laura
Pozo Almonte: Pueblo a 60 km de Iquique.
Cerro Colorado: Geoglifos, mina de cobre.
Mamiña: Centro termal.
Macaya: Caserío ubicado en la precordillera, construcciones en piedra.
Iquinca:
Parca: Lugar de descanso con aguas termales
Sagasca: Mina de cobre
Oficina Salitrera Sara: Geoglifos
Oasis Sara: Lugar de camping
La Tirana: Zona Típica
La Huayca: Agricultura en cachones y existencia de bosques naturales de tamarugo y algarrobos.
Salar de Pintados: Salar.
Reserva Nacional Pampa de Tamarugal:
Cerro Pintados: Geoglifos.
Colonia Agrícola Pintados: Parcelas agrícolas, piscina y camping.
Oficina Salitrera Victoria:
Oficina Salitrera Alianza:
Oficina Salitrera Bellavista:
Oficina Salitrera Buenaventura:
Oficina Salitrera Iris (MN):
Oficinas Salitreras Lagunas:
Ciudad Perdida: Aldea prehispánica de 2.000 años de antigüedad.
Geoglifos de Pintados:

Geoglifos El Vado:
Tamentica: Petroglifos de 1.000 años de antigüedad.

En relación con los eventos programados anualmente en la comuna, se destacan las fiestas de "San José" y "Octava de la Virgen de Andacollo", en Pozo Almonte; "Carnaval de febrero", "Semana Santa", "Cruz de mayo", "Fiesta del Señor de Mamiña", "Virgen del Rosario", "Mes de María", y "Navidad", en Mamiña; "Fiesta de Santiago", "Pascua de los Negros", "Virgen de la Candelaria", "Fiesta de La Cruz", en Macaya; "Fiesta de Santa Barbara" en Iquinca; "Fiesta de la Virgen de la Candelaria", "Fiesta de Semana Santa", "Fiesta de Lourdes", "Fiesta del Rosario", en Parca; "Fiesta de La Virgen del Carmen" y "Pascua de Los Negros", en La Tirana; y la "Fiesta de San Isidro" y "Pascua de Los Negros", en La Huayca.

Problemas Comunales

De acuerdo a lo señalado en la Carpeta Comunal de MIDEPLAN 1998, los principales problemas de la comuna son los siguientes:

- Carencia de servicios, relacionados con instalaciones de bancos, financieras y expansión de comercio y turismo.
- Deficiente infraestructura sanitaria en la localidad de La Tirana.
- Falta y escasez del suministro de agua potable, lo que afecta mayoritariamente a los establecimientos educacionales creando grandes problemas de higiene y aseo general, especialmente en la preparación y manipulación de alimentos.
- Déficit en el sistema de alcantarillado en Pozo Almonte y La Tirana.
- Existencia de agricultura sólo de subsistencia, siendo necesario dar una mayor relevancia al sector, mejorando la calidad de los cultivos, los sistemas de regadíos e introduciendo nuevas especies, con mayor valor agregado.
- Falta de servicios en educación.
- Falta de servicios de salud.

5.4.3 Socioeconomía Local: Localidades Ubicadas dentro del Area de Influencia del Proyecto

El análisis socioeconómico local está basado fundamentalmente en información recopilada en las tabulaciones de Localidades y Entidades Pobladas, Censo de 1992, realizadas por el INE.

El ámbito local del análisis está referido territorialmente a 4 localidades emplazadas en el área de influencia del Proyecto, las cuales pertenecen a las 3 comunas analizadas anteriormente, y que corresponden a Guatacondo, Pica, Pozo Almonte y Caleta Cáñamo. La ubicación de estas localidades se presenta en la Figura 5.1-1 y en la Tabla 5.4-36.

A continuación se presenta la caracterización socioeconómica para cada una de estas localidades, basados en las encuestas y documentos ya descritos al inicio de la presente sección.

Guatacondo

Esta localidad se ubica aproximadamente a 35 km de las instalaciones del Area Mina-Planta. Según las cifras del Censo de Población y Vivienda de 1992, se trata de un caserío que contaba con una población de 77 habitantes, presentando un índice de masculinidad de 120 hombres por cada 100 mujeres, con un total de 42 hombres y 35 mujeres, representando un 54,5% y un 45,5% del total poblacional. La principal actividad económica se concentraba en el sector primario, donde trabajaba un total de 16 habitantes, seguido del sector terciario dónde existían 3 personas, mientras que en el sector secundario sólo había 1.

Del total de población existente, 20 se concentraban en el grupo etáreo entre los 25 y 44 años de edad, representando el 26% del total poblacional. Además, 58 habitantes cursaron el nivel de educación básico (75,3%), 2 personas el nivel medio (2,6%), 1 el nivel superior (1,3%), y 4 habitantes no asistieron al colegio (5,2%).

Del total de viviendas que existían en la localidad (77) al año 1992, todas eran particulares y sólo 24 se encontraban ocupadas. De estas últimas, 17 viviendas eran propias (70,8%) y 7 tenían otro tipo de condición (29,2%). Por último, en cuanto a la cobertura de servicios, 23 viviendas disponían de alumbrado eléctrico (96%), 22 viviendas tenían red pública como origen del agua (92%), 23 accedían al agua por cañería (96%), y sólo 10 se encontraban conectadas al servicio higiénico mediante alcantarillado (42%) (Tabla 5.4-37).

Pozo Almonte

Al año 1992, del total de personas que componían la localidad (3.965 habitantes), 2.088 eran

hombres, representando el 52,6% del total, mientras que 1.877 eran mujeres, con un 47,3%. Estas últimas cifras arrojan un IM de 111,2 hombres por cada 100 mujeres. Además, el grupo de edades con mayor cobertura poblacional, correspondía al grupo entre 25 y 44 años, con un total de 1.167 habitantes, lo que representa el 29,4% de la población total local.

Del total de población existente, 2.074 habitantes cursaron el nivel de educación básico (52,3%), 1.043 cursaron la enseñanza media (26,3%), 138 la educación superior, mientras que 166 personas no asistieron a la escuela (4,2%).

En cuanto a las actividades económicas de la localidad, prima el sector económico terciario, con un total de 544 personas constituyentes del sector (13,7%), seguido del sector primario con 422 habitantes (10,6%), y por último, el sector secundario con 178 personas (4,5%).

La localidad de Pozo Almonte contaba al año 1992 con un total de 1.040 viviendas, de las cuales 1.031 eran particulares (99,1%) y 9 colectivas (0,9%). Del total de viviendas ocupadas, que correspondía a 878 viviendas, 767 eran permanentes (87,3%), 105 semipermanentes (11,9%) y 6 eran móviles (0,7%). Además, 366 eran propias (41,7%), 229 arrendadas (26,1%) y 283 tenían otro tipo de condición de tenencia (32,2%).

Por último, de acuerdo a la distribución de servicios en las viviendas, 819 disponían de alumbrado eléctrico (93%), 838 red pública para origen del agua (95%), 828 accedían al agua por cañería (94%), y 541 viviendas se conectaban al servicio higiénico por alcantarillado (62%) (Tabla 5.4-37).

Pica

La localidad de Pica contaba al año 1992, con una población de 1.749 personas, divididas en 27 habitantes en la parcela Comiña, y 1.767 habitantes en el pueblo de Pica. Del total de habitantes existentes, 958 eran hombres(54,7%) y 836 mujeres (47,8%), lo que arroja un IM de 114,6 hombres por cada 100 mujeres.

De acuerdo con la distribución etárea poblacional, el mayor grupo de población se concentraba en el grupo de edades entre los 25 a 44 años, con un total de 544 personas lo que representaba el 31,2% del total de habitantes.

De los 1.749 habitantes de la localidad, 962 cursaron el nivel de instrucción básico (55%), 462 el medio (26,4%), 119 el nivel superior (6,8%), y 60 personaron no asistieron nunca a la escuela (3,4%). Además, el 17% de la población trabaja en el sector económico terciario (300

habitantes), mientras que el 15% lo hace en el sector primario (260 personas), y sólo el 7,5% trabaja en el sector secundario.

La localidad de Pica al año 1992, contaba con un total de 754 viviendas, de las cuales 747 eran particulares y 7 colectivas. Del total de viviendas ocupadas (525), 471 eran permanentes (89,7%), 49 semipermanentes (9,3%) y 5 eran móviles (0,9%). En cuanto a su condición de tenencia, 311 viviendas eran propias (59,2%), mientras que 96 eran arrendadas (18,3%) y 118 tenían otro tipo de condición (22,5%).

Por último, en relación con la disponibilidad de servicios en las viviendas, 485 disponían de alumbrado eléctrico (92,3%), 489 tenían red pública para el agua (93,1%), 494 accedían al agua por cañería (94,1%), y 355 se conectaban al servicio higiénico por alcantarillado (67,6%) (Tabla 5.4-37).

Caleta Cañamo

Esta localidad corresponde a un caserío de 3 viviendas particulares, ubicado en las inmediaciones de Punta Patache, Comuna de Iquique, en donde habitaban un total de 6 personas al año 1992, de los cuales 5 eran hombres y 1 mujer, y cuyas edades fluctuaban mayoritariamente entre los 15 y 24 años, y los 0 y 5 años.

Del total de viviendas existentes en la localidad, 1 era de tipo permanente y 2 eran semipermanentes, mientras que en cuanto a la condición de tenencia de ellas, 2 eran propias y 1 tenía otra condición.

En relación con la cobertura de los servicios en la localidad de Caleta Cáñamo, existía sólo 1 vivienda que disponía de alumbrado eléctrico, mientras que las 3 viviendas disponían de red pública para el agua, cañería para acceder al agua, y conexión al servicio higiénico por alcantarillado.

En cuanto al nivel de instrucción de la población, 3 de los 6 habitantes cursaron la enseñanza básica, y sólo 2 alcanzaron el nivel de instrucción medio. Por último, 2 de los habitantes trabajan en el sector económico primario, único sector activo en la localidad (Tabla 5.4-37).

CAPÍTULO 6

PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

6.1 INTRODUCCIÓN

En el presente Capítulo se identifican los impactos ambientales del Proyecto de Expansión 110 ktpd Planta Concentradora Collahuasi y se lleva a cabo un análisis y evaluación de estos impactos, con el propósito de establecer su magnitud y relevancia en el Medio Ambiente, a partir de lo cual se definen los requerimientos de mitigación y monitoreo que se presentan respectivamente en los Capítulos 7 y 8 del presente EIA.

La evaluación se organiza según los componentes ambientales potencialmente afectados, es decir, en torno a aquellos pertenecientes al medio físico, biótico y sociocultural vinculados a las áreas en que se emplaza el proyecto: Área Mina-Planta, Área Mineroducto y Área de Instalaciones Portuarias Punta Patache. En cada una de estas áreas se analizan los siguientes componentes ambientales, en la medida que apliquen:

- Calidad del aire;
- Niveles de ruido y vibración;
- Caudal de aguas superficiales y subterráneas;
- Calidad de aguas superficiales y subterráneas;
- Geomorfología, red de drenaje y suelo;
- Vegetación y flora;
- Fauna terrestre;
- Flora y fauna acuática;
- Paisaje;
- Patrimonio cultural;
- Infraestructura Vial y Niveles de Servicios de Caminos, y
- Áreas de Riesgo.

Además, se incluye una evaluación global para toda el área de influencia del proyecto, respecto de los impactos socioeconómicos.

6.2 ÁREA MINA-PLANTA

6.2.1 Calidad del Aire

El proyecto generará un incremento en las emisiones de material particulado y gases. Las primeras serán generadas principalmente durante las operaciones de extracción, transporte, carga y descarga de minerales y estériles. La emisión de gases estará asociada a la operación de maquinaria y vehículos equipados con motores de combustión.

6.2.1.1 *Gases*

El aumento en las emisiones gaseosas corresponde fundamentalmente a gases de combustión de nuevos equipos generadores de energía (de emergencia) y camiones mineros. Estos gases incluyen principalmente monóxido de carbono (CO) y óxidos de nitrógeno (NOx), además de material particulado. No existirán emisiones relevantes de fuentes fijas. Un programa de mantención periódica de los equipos asegurará que las emisiones de gases no sean significativas.

Lo anterior sumado a la ausencia de población cercana y las condiciones favorables de ventilación atmosférica, permiten que el efecto de estas emisiones no sea significativo.

6.2.1.2 *Partículas en Suspensión*

Las nuevas emisiones de partículas (polvo fugitivo) se generarán producto de la ampliación de las actividades de extracción, manejo y proceso del mineral, la erosión eólica de las nuevas superficies activas en los botaderos y el tranque de relaves, y el aumento del tráfico de vehículos, camiones y maquinaria pesada en caminos internos de tierra. Estas emisiones generarán un aumento de material particulado respirable (granulometría inferior a 10 micrones, MP-10) en el área Mina-Planta.

El impacto de las emisiones de MP-10 en la calidad del aire se evaluó considerando la operación expandida, incluyendo las emisiones actuales y futuras, de modo de comparar los resultados acumulados (operación actual más la expansión) con las normas de calidad vigentes. Para ello se aplicó un modelo de dispersión atmosférica en el cual se consideraron las siguientes fuentes de emisión puntuales, difusas y lineales (ver Figura 6.1):

Fuentes Puntuales:

- Perforaciones efectuadas en el área de extracción del mineral (rajo Rosario).
- Tronaduras efectuadas en el área de extracción del mineral (rajo Rosario).
- Carga y descarga de camiones efectuadas en el área del yacimiento, botaderos y chancadores.
- Chancado de minerales.
- Transferencia de materiales en acopios de almacenamiento.

Fuentes Difusas:

- Erosión eólica desde zonas activas en los botaderos, acopios intermedios y rajos; y desde sectores secos del muro del tranque de relaves.

Fuentes Lineales:

- Circulación de camiones por caminos y rutas de tierra, incluyendo el transporte de mineral hacia los chancadores y estéril hacia los botaderos; se incluyen además los viajes de regreso (camiones vacíos) desde estos puntos.
- Tránsito por el camino de servicio entre la planta y la mina no se considera

Los niveles de emisión desde estas fuentes se estimaron mediante las formulaciones empíricas contenidas en el Reporte AP-42 de la U.S. EPA (AP-42, Compilation of Air Pollutant Emision Factors), que se basan en la determinación de la emisión de material particulado desde este tipo de procesos y que se resumen a modo de referencia en la Tabla 6.1.

En la Tabla 6.2 se presenta el cálculo detallado de las emisiones totales de material particulado respirable, incluyendo las medidas de control de las emisiones, tales como riego de caminos y filtros de manga en puntos de transferencia y chancadores (ver sección 7.2.3 del Capítulo 7). La emisión total de material particulado respirable del área Mina-Planta se estima en 32,7 t/d, y se distribuye de la siguiente manera:

Fuente		Actividad	Emisión (kg/d)
Operaciones	PER-1	Perforaciones	118
	TRO-1	Tronadura	55
	CAR-1	Carguío camiones	38
	CAR-2	Descarga a chancador primario sulfuros	4
	CAR-3	Descarga a acopio óxidos	1
	CAR-4	Descarga a chancado primario óxidos	1
	CAR-5	Descarga a depósitos de estéril	15
	CAR-6	Descarga a depósitos de baja ley	6
	CHA-1	Chancador primario sulfuros	440
	CHA-2	Chancador primario óxidos	60
	CHA-3	Chancador secundario óxidos	150
	CHA-4	Chancador terciario óxidos	240
	TRA-1	Transferencia a acopio sulfuros	87
	TRA-2	Transferencia a molienda sulfuros	25
		Subtotal Operación	**1242**
Caminos	CAM-1	Circulación camiones con mineral	1120
	CAM-2	Circulación camiones con estéril	8820
	CAM-3	Circulación camiones con mineral baja ley	9072
	CAM-4	Circulación camiones de mineral descargados	688
	CAM-5	Circulación camiones de estéril descargados	5418
	CAM-6	Circulación camiones mineral baja ley descar.	5573
	CAM-7	Circulación vehículos livianos	11
		Subtotal Caminos	**30701**
Erosión	ERO-1	Erosión zonas activas botadero Ujina	207
	ERO-2	Erosión zonas activas botadero Rosario	219
	ERO-3	Erosión zonas activas botadero baja ley	182
	ERO-4	Erosión zonas secas muro tranque de relaves	136
		Subtotal Erosión Eólica	**744**
		Total	**32686**

En términos relativos, las nuevas emisiones de polvo de la etapa de construcción serán menores que las de la etapa de operación (los movimientos de tierra serán muy inferiores al ritmo de explotación de la mina, que se ampliará en 50 mil toneladas por día, con la correspondiente circulación y operación de maquinaria y camiones).

A continuación se presenta la estimación de las concentraciones de material particulado generadas por la operación del proyecto (en el área Mina-Planta). Esta estimación se basa en la aplicación del modelo de dispersión atmosférica que permite determinar las concentraciones resultantes del proceso en el área de influencia del proyecto. El modelo de dispersión para fuentes fijas utilizado es el ISC3 (*Industrial Source Complex*), desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, US-EPA. Este es un modelo matemático específicamente desarrollado para pronosticar los impactos potenciales de emisiones de fuentes fijas y difusas sobre la calidad del aire. Es utilizado ampliamente a nivel mundial y es reconocido como herramienta de pronóstico por la EPA.

El modelo ISC3 permite definir múltiples fuentes de emisión, su ubicación, características físicas y tasas de emisión. Matemáticamente, el modelo se basa en la dispersión gaussiana y utiliza mediciones meteorológicas reales para calcular la dirección, el transporte y la dispersión de las emisiones hora por hora. Parámetros meteorológicos como la estabilidad y altura de mezcla de la atmósfera deben estimarse mediante la aplicación de relaciones empíricas que consideran la velocidad del viento y la radiación solar durante los distintos períodos del día. El resultado de la modelación con ISC3 es un mapa con curvas de isoconcentración.

El modelo ISC3 se aplicó para una condición de plena operación del Proyecto. Para la dispersión de las emisiones del área Mina-Planta se utilizaron las mediciones meteorológicas de prácticamente un año completo de la estación Ujina. Se determinaron las concentraciones máximas en 24 horas de MP-10 ocasionadas por el Proyecto; es decir, los resultados corresponden , en cada punto del área de estudio, al peor escenario de 24 horas en un año.

Los resultados del modelo de dispersión se presentan en la Figura 6.2. En ella se muestran las concentraciones máximas en 24 horas de MP-10. Se observa que fuera del área de operaciones y entorno inmediato, se obtienen niveles de MP-10 inferiores al límite establecido en el D.S. N°59/97 (150 µg/m^3). Esto se debe a la aplicación y ejecución de las medidas de mitigación y control de polvo descritas en el Capítulo 7 y a las condiciones favorables de ventilación atmosférica de la zona. Además se debe considerar que en el entorno inmediato del área Mina-Planta (donde se generan las emisiones de polvo), no existe población permanente; el campamento (Hotel Pabellón del Inca) se ubica unos 18 km al norte de las instalaciones de proceso, en la cuenca de Coposa, donde se pronostica el cumplimiento de la norma de calidad del aire.

Durante el abandono de las obras del proyecto, las emisiones de polvo corresponderán sólo a la erosión eólica desde los botaderos. El efecto en los niveles de MP-10 será muy inferior a los valores indicados anteriormente (menos del 10%, si se considera que pueden permanecer las emisiones por erosión eólica).

6.2.2 Niveles de Ruido y Vibración

El desarrollo del Proyecto Expansión 110 ktpd implicará emisiones adicionales de ruido en el Área Mina-Planta, tanto en la etapa de construcción como de operación. Las principales fuentes fijas de ruido del proyecto serán: la circulación adicional de camiones mineros, la operación de maquinaria, el mayor requerimiento de operación del chancador primario y el aumento de magnitud en las tronaduras en la mina. Las demás fuentes de ruido del proceso estarán dentro de los edificios industriales, por lo cual no serán relevantes desde el punto de vista ambiental.

Además habrá un aumento de ruido en el camino de acceso debido al mayor flujo vehicular que implica la expansión.

El proyecto se ubica en una zona rural, por lo que si bien no existen vecinos en los alrededores, como normativa primaria es aplicable el límite de 10 dB(A) sobre el nivel de fondo, establecido en el DS Nº146/97.

En primer lugar se evalúan los efectos de la alteración acústica por efecto de las faenas de operación del proyecto; luego se analizan los impactos asociados al tránsito de vehículos por la ruta de acceso al proyecto, siempre considerando el nivel de ruido acumulado, ya que se debe analizar la superposición de ambas componentes de las instalaciones del área Mina-Planta, es decir, el Proyecto de Expansión 110 ktpd y el Proyecto Base Aprobado.

6.2.2.1 *Ruidos de Faenas de Operación*

La evaluación del impacto de la expansión en los niveles de ruido se realizó considerando las mediciones de línea base como referencia del impacto de la actual operación. Debido a que el proyecto prácticamente implica duplicar las operaciones mineras, puede establecerse como buena aproximación que también se duplicarán las fuentes emisoras de ruido, al existir prácticamente el doble de equipos funcionando y el doble de materiales en proceso. Esto implica que los niveles de emisión de ruido aumentarán en aproximadamente 3 dB, según se desprende de la siguiente relación acústica:

$$Lr = 10 \times \text{Log} \left(10^{0,1 \times La} + 10^{0,1 \times Le} \right)$$

donde: "Lr" es el nivel de emisión de ruido resultante (dB); "La" es el nivel de emisión actual (dB); y "Le" es el nivel de emisión de la expansión (dB). Si se supone que la expansión tendrá un nivel de emisión similar al actual (La = Le) se obtiene un nivel resultante igual a Lr = La + 3 (dB).

De acuerdo con mediciones de ruido efectuados durante la actual operación se ha podido establecer que los niveles de emisión cerca de las fuentes principales (como chancadores) alcanzan un máximo de 92 dB como nivel de presión sonora continua equivalente (Leq) (ver sección 5.1.2.7 del Capítulo 5). Esto significa que con la expansión operando se alcanzarán niveles de emisión de hasta 95 dB (92 + 3 dB) cerca de las fuentes emisoras. En la Figura 6.3 se muestra una curva de propagación por distancia de este nivel de emisión resultante. Para ello se ha empleado la siguiente expresión teórica:

$$Lp = Lw + 10 \log\left(\frac{Q}{4\pi r^2} \right) + 0,2$$

donde:

Lp: nivel de ruido (dB) a la distancia r (m);
Lw: nivel de ruido de la fuente (dB);
Q: factor de direccionalidad que toma en cuenta la forma de propagación del ruido emitido por la fuente y la reflexione en superficies (para una fuente de ruido puntual que no presenta reflexión superficiales, Q=1; si la fuente está apoyada sobre una superficie plana y se encuentra cercana a una pared, Q=4)

En la Figura 6.3 se observa que en un radio de aproximadamente 43 m de una determinada fuente emisora los niveles de ruido descienden a valores de 55 dB, dando cumplimiento a la norma de ruido aplicable en áreas rurales (10 dB sobre el nivel de fondo estimado en 45 dB).

Para el caso especial de la estimación del incremento en la intensidad de ruido ocasionado durante los eventos de tronaduras se utilizó un ábaco desarrollado por Ladegaard, Pedersen y Dally, en el cual intervienen las siguientes variables:

- B: Burden, en metros (distancia desde el barreno al borde del banco); y
- Q: carga de explosivo por perforación, en kg.

En este caso, se considera un burden de 10 m y una carga de explosivos de 8.500 kg por perforación. El nivel de emisión de ruido obtenido es de aproximadamente 150 dB(A) en el sitio de la tronadura.

La Figura 6.3 presenta los niveles de ruido resultantes producto de una tronadura, aplicando la misma relación teórica anterior. Se trata de ruidos puntuales, de unos pocos segundos de duración. Se observa que niveles molestos de ruido (mayores que 90 dB(A)) se producirán a distancias de hasta 580 metros, es decir dentro del rajo o muy cerca de él, donde no existirá personal durante las tronaduras. De esta forma, el impacto no resulta significativo.

Fuera del área de operación el proyecto, éste no causará un incremento superior a 10 dB(A) respecto del nivel de ruido de fondo (línea de base). En consecuencia, se prevé que el proyecto dará cumplimiento al DS N°146/97, que regula la emisión de ruido desde fuentes fijas[1].

En la cercanía del proyecto no existen localidades con población residente, por lo que el único receptor ajeno al proyecto será la fauna presente en el sector. La operación actual (que tiene emisiones de ruido similares) ha demostrado que el ruido no constituye una fuente de impacto significativo para la fauna; por ejemplo, la colonia de vizcachas existente cerca del rajo Ujina no se ha visto afectada por las emisiones de ruido de los equipos de la mina ni por las tronaduras.

6.2.2.2 *Ruido de Vehículos Asociados al Proyecto*

El tránsito adicional de vehículos asociados al área Mina-Planta incluirá principalmente buses para el transporte de personal, camiones para el transporte de insumos, productos, repuestos, etc., y vehículos livianos, tal como en la actualidad. Considerando los nuevos viajes generados, se ha estimado que diariamente habrá un total de aproximadamente 242 viajes desde/hacia el proyecto (flujo actual más el flujo de la expansión). El incremento en el flujo vehicular del proyecto conlleva un aumento en los niveles de ruido a lo largo del camino de acceso.

Para determinar el nivel de ruido resultante debido al tránsito de vehículos de la operación expandida se utilizó un modelo establecido por la U.S. Ontario Ministry of Transportation and Comunication (OMTC), y que se expresa según la siguiente relación:

[1] DS N°146/98 del Min. Secretaria General de la Presidencia. Establece norma de emisión de ruidos molestos generados por fuentes fijas.

$$L_{eq} = 42.3 + 10.2 \cdot \log(V_L + 6 \cdot V_P) - 13.9 \cdot \log(D) + 0.13 \cdot S$$

donde:

Leq : Nivel de ruido equivalente en 1 hora, dB(A)
VL : Flujo de vehículos livianos, vehículos/hora
VP : Flujo de vehículos pesados, vehículos/hora
D : Distancia desde el eje de la ruta, m
S : Velocidad media de circulación, km/hora.

En el modelo OMTC se utilizó el siguiente escenario de viajes:

- Vehículos livianos: 9 vehículo/hora (horario diurno)
- Vehículos pesados y buses: 15 vehículos/hora (horario diurno)
- Velocidad media de circulación: 90 km/h

Los flujos vehiculares del proyecto en horario nocturno serán prácticamente nulos, por lo que no habrá un impacto acústico significativo es este horario.

Como criterio para establecer la significancia del efecto acústico de tráfico se consideró la normativa de referencia europea para ruido de caminos (Norma 814.41 de la Confederación Suiza). Esta norma establece un límite máximo de 60 dB(A) en términos de nivel de presión sonora equivalente en 24 horas.

En la Figura 6.3 se presentan los resultados del modelo. Se observa que la norma de referencia se cumple a partir de una distancia de 11 metros del camino. A lo largo de esta ruta no existen viviendas; sólo una parte del flujo vehicular proviene de la ciudad de Iquique (principalmente buses, camiones con combustible y vehículos livianos) y utiliza el by-pass construido por Collahuasi, al norte de Pozo Almonte.

6.2.2.3 *Efecto de Vibraciones*

La principal fuente de vibración del proyecto en el área Mina-Planta corresponde a las tronaduras en la mina. Su efecto se propagará a través de los medios rocosos existentes en el sector, atenuándose con la distancia desde el sitio de detonación. Para establecer la relevancia del efecto de las tronaduras se determina la variable denominada "velocidad de partícula", que representa la velocidad de movimiento del terreno. La velocidad de partícula se determina mediante la siguiente expresión desarrollada por Devine (1962) y Duvall (1963):

$$v = K \cdot [(Q/Ds)^{0.5}]^n$$

donde: "v" es la velocidad de partícula (pulg/s); K un factor de propagación que depende de las propiedades de la roca (fluctúa típicamente entre 100 y 160); "Q" es la carga de explosivos por retardo (libras); Ds es la distancia desde la detonación (pie); y "n" un factor empírico (típicamente 1,6).

Las tronaduras de la operación expandida requerirán de una carga de explosivos de aproximadamente 102 toneladas (230 mil libras) en total, probablemente aplicadas en dos detonaciones. Se supone que las tronaduras se realizarán con al menos 6 retardos cada una, con unas 19 mil libras de explosivo por retardo. En forma conservadora la expresión anterior se aplica con un valor de K = 160.

Como criterio de evaluación se utiliza los límites indicados por el Boletín 656 (1971) de la Oficina de Minas de EE.UU. (U.S.B.M.): v<2 pulg/s para evitar daños estructurales en edificaciones no diseñadas adecuadamente; y v<0.5 pulg/s para evitar molestias en las personas producto de las vibraciones.

En este caso, tal como se muestra en la Figura 6.3, las tronaduras del proyecto ocasionarían daño estructural en un radio de aproximadamente 640 metros de la detonación, y molestias en las personas en un radio de aproximadamente 1,500 metros. No existen viviendas o estructuras expuestas cerca del proyecto, de modo que las tronaduras no ocasionarán daños. Las estructuras de proceso estarán diseñadas para resistir vibraciones significativas. No hay población cercana al proyecto que pueda verse afectada por las vibraciones.

Se considera, asimismo, llevar a cabo los rescates pertinentes de los sitios arqueológicos que se ubican dentro del radio de influencia del proyecto de expansión, tal como se describe más adelante, de modo que no serán afectados.

Asimismo, tal como se señaló anteriormente, al fauna que existe cerca del rajo Ujina no se ha visto afectada por las tronaduras, situación que se hace extensiva al proyecto Expansión 110 ktpd.

6.2.3 Caudal de Aguas Superficiales y Subterráneas

La compañía tiene adquiridos derechos consuntivos de agua subterránea en el sector de Coposa por un caudal total de 867 L/s. Además dispone de derechos de aprovechamiento de agua subterránea en el sector del Salar de Michincha (los cuales no se utilizan en la operación actual), por un caudal total de 264 L/s.

En la actualidad la operación de Collahuasi tiene un consumo de agua fresca del orden de 550 L/s, y requiere aumentar en 397 l/s la extracción para abastecer el proyecto de expansión. Este aumento de agua fresca será abastecido desde las siguientes fuentes:

- Ajuste en el sistema de bombeo de agua desde el campo de pozos del Salar de Coposa. Este ajuste permitirá extraer 317 L/s adicionales, todos los cuales cuentan con los derechos de agua otorgados por la DGA.

- Aprovechamiento de los drenajes que se generen en los rajos (principalmente el rajo Ujina). Este caudal, que se estima en el orden de 30 L/s, será utilizado en el proceso minero, amparado por el artículo 110 del Código Minero.

- Extracción de agua subterránea desde la cuenca del Salar de Michincha, desde los pozos construidos que cuentan con derechos de aprovechamiento. La extracción desde estos pozos se estima en 50 L/s, pudiendo ser menor si el drenaje en el rajo Ujina es mayor que 30 L/s. En todo caso, suponiendo períodos sin drenaje en el rajo, el caudal máximo a extraer en los pozos sería de 80 L/s.

La extracción de agua subterránea desde las cuencas de Coposa y Michincha generará conos de depresión de los respectivos niveles freáticos de los acuíferos en torno a los pozos de bombeo. Estos conos de depresión se extenderán paulatinamente con el tiempo durante la vida del proyecto, provocando descensos progresivos de nivel en las napas. El efecto indirecto de estos descensos es una eventual reducción de los caudales de las vertientes de los salares, las cuales se abastecen de las aguas subterráneas, que afloran en puntos específicos.

El impacto de las extracciones de agua subterránea se evaluó a través de un modelo hidrogeológico desarrollado por la empresa GP Consultores Ltda., cuyos informes se adjuntan al presente EIA. En dichos informes se describe en detalle el desarrollo del modelo hidrogeológico, las condiciones de modelamiento y los resultados obtenidos. Este modelo se alimentó con información geológica, hidrológica e hidrogeológica actualizada, es decir, aprovechando los antecedentes de sondajes, pruebas de bombeo e interpretaciones hidrogeológicas recientes. El modelo fue debidamente calibrado en función de la respuesta real de los acuíferos a la extracción de agua en los pozos de producción actuales, la cual se mide en pozos de observación. Es decir, el modelo reproduce satisfactoriamente el comportamiento del acuífero, y puede en consecuencia utilizarse para pronosticar los efectos del bombeo a futuro. En las siguientes secciones se resumen los resultados más relevantes.

6.2.3.1 *Sector Coposa*

Los resultados obtenidos en la modelación aplicada al acuífero de la Cuenca del Salar de Coposa arrojan una depresión final del nivel freático mayor que 25 metros, en el sector de los pozos de bombeo CP7, CP5 y CP11, para un caudal de 867 L/s. En el sur de la cuenca, en el sector de los pozos CP-10 y CWP-14, se prevé que los descensos alcanzarán unos 18 metros.

En el sector de la vertiente de Jachucoposa se espera que la explotación de 867 L/s efectivos en un período de 25 años produzca una disminución del caudal desde un nivel actual de aproximadamente 60 L/s, hasta alrededor de 42 a 43 L/s al cabo de la vida útil del proyecto. Es decir, se pronostican descensos de caudal en la vertiente Jachucoposa de hasta 18 L/s, sin considerar medidas de mitigación. El resultado del modelo se muestra en la Figura 6.4. Esta estimación corresponde al peor escenario, debido a que se sustenta en que el caudal de la vertiente depende directamente de la posición del nivel del agua subterránea en el sector donde surge, y no considera medidas de mitigación.

Por otra parte, se observa que después de finalizado el bombeo, el caudal de la vertiente se recuperaría en forma natural, alcanzando a más de 55 L/s en un lapso de unos 25 años.

El impacto anterior debe ser mitigado para evitar que la reducción de caudales de la vertiente pueda disminuir la disponibilidad de agua en la laguna del Salar de Coposa, afectando indirectamente la flora y fauna asociada. Como medida de mitigación está previsto llevar a cabo una recarga artificial de la vertiente. Esta medida ya fue comprometida por Collahuasi en el EIA de 1995 para la vertiente Jachucoposa. La recarga artificial se realizaría conduciendo agua suficiente a través de un pequeño ducto o tubería desde el campo de pozos hacia el sector de la vertiente. La calidad de las aguas deberá ser similar a las de la vertiente. La recarga se aplicaría en el mismo punto donde afloran las aguas de la vertiente, siendo los caudales requeridos relativamente pequeños en comparación con los caudales extraídos en los pozos (hasta 18 L/s); por ello, la obtención de los caudales de recarga no implicará impactos hidrogeológicos adicionales. La recarga artificial se mantendría durante el tiempo necesario hasta que se restablezcan los niveles originales en la vertiente (aproximadamente 60 L/s como promedio).

6.2.3.2 *Sector Michincha*

En el caso de la Cuenca del Salar de Michincha se requerirá la extracción de un total de 80 L/s para el proyecto de expansión (actualmente Collahuasi no extrae agua desde esta cuenca). La excavación del rajo Ujina hará que éste penetre bajo el nivel de la superficie de

agua subterránea, por lo que esta obra minera alumbrará un cierto caudal de aguas. En consecuencia, el caudal a ser extraído desde los pozos de producción corresponderá a la diferencia entre los 80 L/s requeridos y el caudal que alumbre el rajo. Este último caudal se ha estimado en 30 L/s, pudiendo llegar a 80 L/s en períodos sin drenaje en el rajo.

De acuerdo al modelo hidrogeológico desarrollado por GP Consultores (Informe adjunto al EIA), el aprovechamiento de 80 L/s en la cuenca de Michincha por un periodo de 25 años a partir del año 2004 podría generar descensos del nivel de la napa por la extracción de agua desde el rajo Ujina y los pozos de bombeo, produciéndose una disminución en el caudal de la vertiente Michincha. Se estima un descenso de caudal desde aproximadamente 6 L/s (caudal medio actual) hasta 4 L/s en el año 2028. En la Figura 6.5 se muestra el resultado de esta modelación.

Al igual que en el caso de la cuenca de Coposa, de ser necesario se alimentará artificialmente la vertiente de Michincha a través de una línea de agua proveniente desde el sistema de abastecimiento de agua fresca de Collahuasi (de calidad similar), para restituir el caudal de aguas de la vertiente y evitar que se afecte la laguna y la flora y fauna asociada. El caudal requerido (unos 2 L/s) no es significativo en relación con la tasa de extracción total de agua.

6.2.3.3 *Quebrada Huinquintipa*

La Quebrada Huinquintipa drena hacia la Quebrada de Guatacondo, y en el área del proyecto presenta un caudal de hasta 9 L/s en períodos de lluvia, y del orden de 1 L/s el resto del año. La operación del rajo Rosario puede eventualmente generar una reducción de caudales debido al descenso que puede ocasionar el rajo en las napas locales. Este efecto eventual fue evaluado en el EIA de 1995, ocasión en que Collahuasi adquirió el compromiso de mantener el caudal natural de la Quebrada Huinquintipa. En efecto, en caso que los programas de monitoreo evidencien alguna reducción de caudal en esta quebrada (atribuible al proyecto y no a condiciones climáticas), se contempla efectuar una recarga artificial en la Quebrada Huinquintipa, similar a la señalada anteriormente para las vertientes de Coposa y Michincha, con aguas de calidad similar a la actual. Con esta medida de mitigación se podrá mantener sin efecto significativo el recurso hídrico de esta quebrada.

6.2.4 Calidad del Agua Superficial y Subterránea

6.2.4.1 *Agua Superficial*

Al igual que la operación actual, el Proyecto Expansión 110 ktpd no considera la descarga al ambiente de ningún tipo de aguas de proceso o RILes. La única fuente posible de alteración de la calidad de las aguas corresponde a los eventuales drenajes ácidos que puedan generarse en los botaderos.

Los botaderos de estéril que eventualmente podrían drenar aguas acidificadas en la forma de flujo superficial, con algún riesgo de contaminación de cursos de agua, son aquellos ubicados en la cabecera de la Quebrada Huinquintipa. Los demás botaderos se ubican en sectores no expuestos a flujos superficiales.

El proyecto considera una serie de medidas para minimizar la generación de drenajes ácidos en los botaderos, y con ello evitar impactos significativos en las aguas (ver sección 7.3.3 del Capítulo 7):

- Se colocará previamente en la base del botadero una capa de material neutro (sin potencial de generar acidez), específicamente en los sectores de quebradas y/o áreas de afloramiento de aguas subterráneas.

- Se contempla interceptar y desviar los drenajes y escorrentías mediante diques o canales revestidos, y acumular dicho volumen en piscinas totalmente impermeabilizadas para así poder monitorear su calidad. Si las aguas no evidencian variaciones de calidad debido a drenajes ácidos de los botaderos, éstas serán devueltas al cauce natural, en su misma cantidad, aguas abajo de las obras.

- En caso de detección de acidez, Collahuasi enviará esta agua de vuelta al proceso minero para su utilización. En su reemplazo se dispondrá agua de buena calidad en la Quebrada Huinquintipa, con un caudal equivalente al desviado al proceso. Esta agua de reposición se obtendrá desde el sistema de abastecimiento de agua fresca de Collahuasi, de buena calidad.

6.2.4.2 *Agua Subterránea*

Las aguas subterráneas del sector del tranque de relaves pueden verse afectadas en su calidad debido a las infiltraciones de esta obra. Para la operación actual se ha estimado que entre 97 y 117 L/s de agua de relaves se infiltran al subsuelo en las zonas de contacto

relave/terreno natural. El EIA aprobado en el año 1995 establece que debido a la calidad de esta agua y la tasa de dilución de los escurrimientos subterráneos, la infiltración no ocasionará efectos adversos de relevancia en las aguas subterráneas. Además, los flujos generados en el sector del tranque de relaves se dirigen hacia los campos de pozos de Collahuasi, donde se extrae agua subterránea para el proceso.

La operación del Proyecto Expansión 110 ktpd implicará aumentar la tasa de generación de relaves desde aproximadamente 60 mil tpd hasta 110 mil tpd, manteniendo los métodos y técnicas de construcción y disposición de relaves ya aprobados. La mayor tasa de depositación no se traducirá en un aumento significativo de infiltraciones. Si bien, habrá un aumento más acelerado de la carga hidráulica al crecer más rápido el depósito en altura, también aumentará con la misma rapidez la resistencia que ofrecen los propios relaves depositados al flujo vertical de agua. Por lo tanto, no se anticipan cambios notorios de infiltración respecto de la operación original.

De todas formas se contempla mantener el monitoreo de las aguas en el perímetro aguas abajo del tranque de relaves y la eventual intercepción de las infiltraciones si el monitoreo acusa algún efecto de importancia (ver secciones 7.3.4 y 7.4.4 del Capítulo 7 de este EIA). Entre las medidas de control y minimización de las infiltraciones destaca la colocación de una membrana impermeable en los sectores de contacto de la laguna de clarificación con terreno natural de alta permeabilidad, evitando de esta manera que el agua percole hacia el subsuelo y eventualmente hacia la napa subterránea.

En síntesis, las medidas de prevención y mitigación previstas desde el proyecto original permitirán que la expansión en el área Mina-Planta se desarrolle sin afectar la calidad de los recursos hídricos

6.2.5 Geomorfología, Red de Drenaje y Suelo

Dada las actividades de excavaciones y disposición de estériles, los proyectos mineros pueden generar impactos significativos e irreversibles sobre la geomorfología, red de drenaje y suelos. A continuación se evalúan los impactos derivados del Proyecto Expansión 110 ktpd sobre los componentes señalados.

6.2.5.1 *Geomorfología*

Se reconocen las siguientes tres fuentes principales de impactos geomorfológicos del Proyecto Expansión 110 ktpd:

- Alteración geomorfológica local por la ampliación del rajo abierto;
- Modificación topográfica local por aumento en el volumen de los rellenos (botaderos); y
- Alteración de la geomorfología y topografía local por la construcción de nuevos caminos.

Todas estas fuentes son al mismo tiempo las fuentes principales de los impactos sobre el paisaje local del sector, los que se discutirán más adelante en las secciones correspondientes.

En términos porcentuales, la alteración topográfica mayor del proyecto en el área Mina-Planta corresponde a la ampliación del rajo Rosario, que aumentará en un 129%. El rajo Rosario aumentará su superficie en aproximadamente 413 ha por lo que tendrá una dimensión final de 744 ha de superficie total.

La superficie adicional a ocupar por el botadero de estéril del rajo Rosario será de 646 ha, lo que significa un aumento de un 63% respecto del proyecto base original. De este modo, la superficie final del botadero aumentará de 1.029 ha a 1.675 ha. El terreno adicional intervenido corresponde a las cabeceras de las quebradas San Daniel y San Nicolás.

El botadero de mineral de baja ley se ubicará aproximadamente a 5 km al norte del botadero del rajo Rosario y ocupará una superficie de alrededor de 660 ha. El terreno intervenido corresponde a pequeñas quebradas.

En términos de pendiente, el botadero de minerales de baja ley significa introducir superficies relativamente planas que culminan en su extremo con un talud pronunciado (37°). En otras palabras, en el área de emplazamiento se formará un sector de plataforma y un talud de gran altura, alterando significativamente la geomorfología local.

Por su parte, la ampliación del tranque de relaves implicará una intervención adicional marginal de terreno respecto del proyecto base original aprobado en 1995 (910 millones de toneladas). Esto se debe a que con un pequeño aumento en altura se amplía significativamente la capacidad, sin necesidad de extenderse en el sentido horizontal.

Todas estas obras (con excepción del nuevo botadero de minerales de baja ley) constituirán obras remanente del proyecto original, por lo que las alteraciones en la geomorfología señaladas anteriormente ya fueron evaluadas. Sólo los efectos adicionales de los sectores de ampliación y del nuevo botadero ubicado hacia el norte corresponde a la expansión. El crecimiento del rajo, los botaderos y el tranque de relaves, si bien implican superficies extensas, en el contexto global de la faena no constituyen alteraciones significativas con respecto a la configuración original. En el caso del nuevo botadero de mineral de baja ley,

en cambio, se presenta un nuevo impacto, por ser un área no intervenida previamente, calificándose como irreversible y significativo localmente.

Tal como se señala en la sección 6.2.13, las modificaciones introducidas en la topografía del área Mina-Planta no tendrán asociados riesgos geomorfológicos, como movimientos de remoción en masa, desprendimientos de sectores de ladera, etc., ya que se trata de obras que se diseñarán para resistir eventos sísmicos de gran magnitud y flujos de agua, y serán emplazadas en sitios que no presentan riesgos naturales de consideración. Sólo una porción menor de los botaderos podría desprenderse en el largo plazo, afectando un área adicional, en el sector del pie.

Los demás trabajos de extracción y relleno corresponden a movimientos de tierra necesarios para la habilitación de nuevos caminos internos, así como la preparación de los terrenos para instalar la planta de chancado y otras obras auxiliares. El efecto topográfico en estos casos es mucho menor en comparación a los cambios descritos anteriormente, por lo que se consideran poco significativos. Además, una vez finalizada la fase de operación, el proyecto considera ejecutar trabajos de nivelación de la topografía en estas áreas, con el objetivo de aminorar los efectos remanentes y otorgar al terreno condiciones similares a las originales.

6.2.5.2 *Alteración de la Red de Drenaje*

La red de drenaje existente en la actualidad se verá alterada a nivel local, principalmente como consecuencia del emplazamiento del nuevo botadero de minerales de baja ley, al norte del rajo Rosario. Sin embargo, todas las obras del Proyecto Expansión 110 ktpd contarán con canales de intercepción y desvío de las aguas superficiales de manera de devolverlas a su cauce natural, aguas abajo de las instalaciones.

Por lo anterior, la alteración de la red de drenaje local no se verá afectada y no tendrá impactos sobre los componentes flora y fauna. En particular, de acuerdo a lo señalado anteriormente, existe el compromiso de Collahuasi de mantener el flujo de la quebrada Huinquintipa, por lo que no se afectarán los usuarios del agua más abajo.

6.2.5.3 *Suelos*

Como se señaló en el Capítulo 5, los suelos del área Mina-Planta presentan una gran variación local, dependiendo de la formación y procesos de depositación de suelos madres.

En general, los suelos presentan una bajo contenido de nitrógeno (en comparación con suelos agrícolas), una moderada a alta permeabilidad y, en algunos casos, un alto contenido de metales. Estos suelos serán afectados por la ampliación del rajo Rosario, el botadero de estéril y marginalmente el tranque de relaves, y por el emplazamiento del nuevo botadero de minerales de baja ley. Sin embargo, por tratarse de suelos ampliamente representados en el sector altoandino, su intervención se considera como un efecto no significativo, tanto en términos locales como regionales.

Las posibles fuentes de contaminación de suelos en el área Mina-Planta son las siguientes:

- Eventuales derrames o vertimientos accidentales de sustancias peligrosas (reactivos, combustibles, etc.);
- Emisiones fugitivas desde la planta de procesos.

Actualmente el proyecto contempla la instauración de una estrategia de manejo ambiental que incluye una serie de medidas de prevención de accidentes y capacitación del personal (ver Capítulo 7), tendientes a evitar que ocurran eventos como los descritos anteriormente.

En caso de producirse una situación accidental que pueda afectar la calidad del suelo, se aplicarán las medidas de contingencia que incluyen, entre otras, la recuperación del sector afectado (ver sección 7.4.2 en el Capítulo 7).

Los efectos de las nuevas emisiones de polvo que se depositen sobre los suelos del área de Mina-Planta no serán de relevancia, por tratarse de material similar al del terreno natural del área. En efecto, las mayores emisiones de polvo corresponderán a material de los botaderos de estéril y de caminos, los cuales no contienen reactivos de proceso.

El proyecto contempla la recolección, clasificación y disposición adecuada de todos los residuos generados como consecuencia del aumento de los volúmenes procesados en el área Mina-Planta (ver sección 2.4.7 de Capítulo 2), por lo que ellos no constituirán riesgo de contaminación o afectación del suelo.

6.2.6 Vegetación y Flora

La intervención en la vegetación y flora se producirá básicamente como consecuencia del emplazamiento de las nuevas obras e instalaciones del proyecto, en los sectores donde existe cubierta vegetal. El proyecto no afectará, mediante tala, corta o quema, a ninguna especie vegetal.

En la Figura 6.6 se muestra la extensión aproximada de los distintos pisos vegetacionales presentes en el área de estudio y el emplazamiento aproximado de las nuevas obras.

En términos generales, se puede apreciar que el emplazamiento de las nuevas obras del proyecto en el área Mina-Planta (superficie adicional de botadero de estéril, superficie adicional del rajo Rosario y botadero de mineral de baja ley) afectará sólo marginalmente la vegetación presente en el área. Ello se debe a que la mayoría de los nuevos sectores a intervenir corresponden a zonas desnudas o de cobertura de vegetación muy escasa. Las unidades que serán afectadas por el emplazamiento de las nuevas obras se presentan en el cuadro siguiente:

OBRA	UNIDAD AFECTADA	CARACTERÍSTICAS DE COBERTURA SEGÚN COT*
Ampliación rajo Rosario	9, 12	Tolar
	80, 81	Pajonal
Ampliación botadero estéril	10	Tolar
	14	Pajonal
	15	Tolar-Pajonal
	16, 17	Pajonal-Tolar
	79	Zona desnuda
	93	Pajonal-Tolar con suculentas
Botadero baja ley	5	Pajonal-Tolar
	61	Zona desnuda (40%)
	79	Zona desnuda
Ampliación tranque de relaves	76	Zona industrial

* : Ver Figura 5.1-16 en Capítulo 5

Un 30% de la superficie a ocupar por la ampliación del rajo Rosario presenta vegetación del tipo pajonal y tolar, en donde las especies predominantes corresponden a *Festuca ortophylla*, Paja Brava, especie ampliamente distribuida en el área.

Se ha estimado que un 50% de la superficie adicional del botadero de estéril de este rajo se emplazará sobre un área de Pajonal-Tolar, ubicado aguas arriba de la Quebrada Huinquintipa. Esta formación vegetal tiene como especies dominantes a *Festuca ortophylla*, Paja Brava, *Parastrephia quadrangularis*, Tola, y *Stripa nardioides*.

Además, el área adicional del botadero de estériles y el emplazamiento del botadero de mineral de baja ley, intervendrán sectores de vegas cuyo impacto queda cubierto por los

planes de compensación que desarrolla Collahuasi, a través de la creación artificial de bofedales en otros sectores del área Mina-Planta.

El área adicional a ocupar por la ampliación del tranque de relaves corresponde a una zona ya destinada a uso industrial, desprovista de vegetación.

Las especies en categoría de conservación reconocidas en el área son la siguientes:

- *Prosopis tamarugo*, Tamarugo;
- *Polylepis tarapacona*, Queñoa; y
- *Azorella compacta*, Llareta.

Ninguno de los sectores afectados por la expansión presentan una o más de estas especies.

Por todo lo anteriormente expuesto, el impacto sobre la flora y vegetación es bajo y queda compensado por los trabajos de transplante de bofedales que desarrolla actualmente la compañía.

6.2.7 Fauna Terrestre

La fauna podría verse afectada básicamente por los siguientes efectos:

- Pérdida e Intervención de hábitat;
- Emisiones de ruido y vibraciones; y
- Presencia humana.

El grado de afectación será variable dependiendo de las especies involucradas; las más afectadas serán aquellas de menor tamaño poblacional, aquellas más selectivas de hábitat y las de menor capacidad de dispersión.

En el área Mina-Planta, el emplazamiento de las nuevas obras producirá un impacto no significativo sobre la fauna, ya que se trata de áreas ya intervenidas por las operaciones actuales de Collahuasi, donde la vegetación existente es escasa a nula y por ende la oferta trófica es muy limitada. Esta zona es usada como sitio o área de tránsito de megamamíferos.

La excepción la constituye la correa transportadora de 5 km de longitud entre el nuevo chancador primario y la planta concentradora, debido a que puede ocasionar un efecto barrera para la fauna. Por ello está contemplado habilitar atraviesos en los sectores de tránsito reconocidos.

Las emisiones de ruido producto de las actividades propias del proyecto (tronaduras en el rajo y disposición de material en el botadero) no tendrán un impacto relevante sobre la fauna. La operación actual (que tiene emisiones de ruido similares) ha demostrado que el ruido no constituye una fuente de impacto significativo para la fauna; por ejemplo, la colonia de vizcachas existente cerca del rajo Ujina no se ha visto afectada por las emisiones de ruido de los equipos de la mina ni por las tronaduras.

Considerando el actual plan de manejo ambiental, en lo referente a protección de la fauna silvestre, permitirá mantener efectos controlados y no significativos inicial sobre la fauna, especialmente megamamíferos, al constatar las especies que la presencia humana no implica persecución y caza.

En el área se registra la presencia de 10 especies de fauna en categoría de conservación:

- Ñandú;
- Gato colocolo;
- Zorro culpeo;
- Sapo de rulo;
- Tagua gigante;
- Flamencos (3 especies);
- Cuervo de pantano; y
- Perdiz de la puna.

Con el fin de evitar efectos adversos sobre la fauna, Collahuasi aplica actualmente las siguientes medidas, extensibles al proyecto de expansión:

- Está prohibida la introducción de animales domésticos al área del proyecto y campamento.
- Los sectores de interés, como por ejemplo la Laguna JachuCoposa, cuenta con la señalética adecuada previniendo acciones que pudieran afectar a la biota existente.
- Collahuasi lleva a cabo investigaciones de fauna, particularmente asociada al área de vegas y bofedales del área Mina-Planta, para evaluar científicamente la factibilidad de repoblación y aumento de extensiones de hábitats.
- Existe prohibición de caza y en general de cualquier acción que pueda afectar la fauna o sus hábitats.
- Se ha instruido al personal que trabaja en las faenas sobre la prohibición de cazar o alterar los hábitats.

Estas medidas, unidas a las acciones de mitigación consideradas para la extracción de agua desde los Salares de Coposa y Michincha (ver sección 6.2.3, anterior), permiten establecer que el impacto sobre la fauna no será relevante.

6.2.8 Limnología

Desde el punto de vista limnológico, la ampliación del rajo, del botadero de estériles, del tranque de relaves y el emplazamiento de un botadero de mineral de baja ley, implican intervención de cursos menores e intermitentes de agua y por ende del hábitat acuático. No obstante, el efecto de la ampliación de estas obras y el emplazamiento del nuevo botadero de minerales de baja ley no provocará un impacto significativo en la flora y la fauna acuática, ya que en esta área la diversidad de flora y fauna acuática es baja, sin presencia de peces.

Por otra parte, los efectos del ajuste del bombeo de agua desde los salares de Coposa y la nueva extracción de agua en Michincha han sido cuantificados, estableciéndose la eventual necesidad de mitigar los efectos de reducción paulatina del caudal de las vertientes, de modo que los efectos no sean significativos en ambos salares (ver secciones 6.2.3 y 6.2.4 precedentes). En efecto, en caso de ser necesario, para restituir el caudal de aguas de las vertientes de Coposa y Michincha, se alimentará artificialmente estos cursos a través de una línea de agua proveniente desde el sistema de abastecimiento de agua fresca de Collahuasi, utilizando aguas de calidad similar.

De acuerdo a lo anterior, quedará debidamente mitigado el impacto del Proyecto Expansión 110 ktpd sobre los aspectos limnológicos.

6.2.9 Paisaje

La evaluación del impacto sobre el paisaje se realizó considerando la visión de un observador externo (no vinculado al proyecto), hacia los distintos sectores del área Mina-Planta. Los impactos, por lo tanto, se manifiestan durante el evento de percepción de los elementos que configuran el paisaje observado.

En este sentido, el paisaje en el que se materializarán las obras nuevas y las ampliaciones de las obras existentes del área Mina-Planta (cuyas características se detallan en la sección 5.1.7 del Capítulo 5) no presentan rutas ni circuitos turísticos o de circulación de personas. Además debe considerarse que se trata de un área ya intervenida por las operaciones actuales de Collahuasi, por lo que presenta desarrollo de obras e infraestructura minera de

gran envergadura. Estas características y condición de lejanía le confiere, en general, baja sensibilidad al paisaje de esta área, por cuanto los efectos adicionales del Proyecto Expansión 110 ktpd sobre los elementos del paisaje actual serían escasamente percibidos por un observador común. La excepción es el nuevo botadero de mineral de baja ley, el cual ocupará un área no intervenida previamente.

La metodología de evaluación de este impacto tiene un carácter cualitativo y considera, fundamentalmente, la relación entre la sensibilidad de las cuencas visuales obtenidas a partir de la caracterización de línea de base y la presencia de las nuevas obras en el área Mina-Planta relacionadas con el proyecto de expansión. Ambas características se ponderan finalmente por la accesibilidad física al lugar, condición que determina el impacto ambiental final sobre el paisaje. En este sentido, sectores con baja accesibilidad disminuyen el impacto final.

La sensibilidad se obtiene directamente de los resultados de la caracterización del paisaje realizada en la sección 5.1.7 del Capítulo 5, mientras que la presencia de nuevas obras resulta directamente de la apreciación del especialista conforme a los datos de proyecto indicados en el Capítulo 2. La escala de calificación para sensibilidad y presencia de obras incluye tres niveles: Alta, Media y Baja.

Al igual que en el caso de los criterios de valoración de la sensibilidad paisajística descritos en el capítulo de línea base, el impacto ambiental se evalúa de acuerdo a las siguientes categorías:

- Impacto Alto: Cuencas visuales con alta sensibilidad y alta presencia de obras.
- Impacto Medio: Cuencas visuales con cualquier combinación de valores de sensibilidad y de presencia de obras que sean distintos entre sí o que ambos tengan la calificación media.
- Impacto Bajo: Cuencas visuales con baja sensibilidad y baja presencia de obras.

Los impactos obtenidos se ponderan por el grado de accesibilidad y perturbación del área, obteniéndose finalmente un impacto ambiental final, que incorpora, por un lado, la relación entre las condiciones y características del paisaje en estado actual, las obras del proyecto, así como también la facilidad de acceso que tenga el área Mina-Planta.

Para efectos de la evaluación de impactos de esta componente no se diferencian las etapas de construcción, operación y abandono del proyecto, por cuanto se mantienen en general las mismas fuentes de impacto. En relación con el paisaje intervenido o por intervenir a causa del proyecto original, los elementos que alterarán en forma adicional el paisaje local en el área de Mina-Planta son los siguientes:

- Crecimiento del rajo Rosario;
- Crecimiento de botaderos de estéril; y
- Nuevo botadero de mineral de baja ley.

La superficie adicional del tranque de relaves es marginal y no implicará cambios notorios en el paisaje del sector respecto del proyecto original en su etapa final.

El efecto principal está referido a la pérdida del valor paisajístico por la presencia de elementos antrópicos, así como por la incorporación de formas no naturales en el relieve, todos las cuales influyen sobre la percepción y valoración del paisaje natural y principalmente sobre su valor escénico; sin embargo, el área ya presenta este tipo de intervención por efecto de las actuales obras de Collahuasi.

La caracterización de línea base (ver sección 5.1.7 del Capítulo 5) indica valores de sensibilidad paisajística media para el área Mina-Planta.

En cuanto a la localización de los impactos, el emplazamiento de nuevas obras e instalaciones y el tránsito adicional de vehículos y maquinarias tendrá mayor desarrollo en el sector del rajo Rosario y la Quebrada Huinquintipa, la superficie adicional de botaderos de estéril y el emplazamiento del botadero de mineral de baja ley.

Dadas las características de las obras relacionadas al proyecto, es posible indicar que no presentan un impacto visual significativo sobre el paisaje, ya que corresponden a obras de similares características a las existentes en la actualidad; además tienden a confundirse con los elementos abióticos del paisaje existente, los que se relacionan principalmente a la geología y geomorfología del área (cordillera andina, volcanes, etc.). En estas condiciones naturales del paisaje, el botadero de mineral de baja ley, no obstante de ser un hito negativo, no destacará significativamente como elemento de origen antrópico, ya que presentará en general, colores similares al resto de los elementos del paisaje posibles de encontrar en ambientes de con relieve montañoso y escasa vegetación.

En consecuencia, los impactos ambientales finales son de carácter bajo debido principalmente a la baja accesibilidad física al área del proyecto y a que corresponde a un área ya intervenida por actividades mineras similares, condiciones que reducen la probabilidad de que el Proyecto Expansión 110 ktpd sea percibido por un observador común.

6.2.10 Patrimonio Cultural

En el Capítulo 5 de Línea Base se reseña la existencia de un total de 85 sitios arqueológicos alrededor del área Mina-Planta, de los cuales destacan por su relevancia el Tambo Inca de Collahuasi y las instalaciones mineras históricas de La Grande y La Poderosa.

La ampliación del rajo Rosario y su botadero de estéril afectará los siguientes sitios arqueológicos reconocidos (ver Figura 6.7):

- Sitio CO-41, sector San Nicolás. Corresponde a un conjunto de viviendas e instalaciones compuesto por 6 sectores, con registros superficiales de cerámica esmaltada, loza, vidrio y metal.

- Sitio CO-42, sector San Nicolás. Corresponde a 3 recintos erosionados con mojinetes levantados con técnica de tapial, con niveles horizontales de piedra.

- Sitio CO-46, sector Collahuasi. Corresponde a un asentamiento reducido con dos calles que separan a su vez dos corridas de viviendas con muros de piedra y arcilla. Hay restos de paredes con enlucido de barro fino de época reciente. El registro cultural superficial fue escaso.

- Sitio CO-47, Sector Collahuasi. Corresponde a un conjunto de 3 sectores construidos con técnica de tapial y base de piedra. El primero de ellos se asocia a un depósito semisubterráneo de agua. El registro cultural superficial fue escaso.

- Sitio CO-50, Sector Collahuasi. Corresponde a un conjunto de 6 recintos preparados con muros pircados y estucados con barro. El registro cultural superficial incluye cerámica, loza y metales.

- Sitio CO-51, Sector Collahuasi. Corresponde a un conjunto de 3 recintos de barro, con técnica tapialera, dispuestos en una planta en forma de U, con accesos orientados al patio central. El registro cultural superficial incluye cerámica, loza, metal, lata y vidrio.

- Sitio CO-52, Sector Collahuasi. Corresponde a un conjunto de recintos construidos de piedra y arcilla, en donde se destaca un edificio de planta rectangular con mojinete tardío, de mayor anchura a nivel de tijerales. Presenta divisiones interiores y recintos laterales. Acopio de material de cobre junto al poblado. El registro cultural superficial incluye cerámica, loza, vidrio y metal.

- Sitio CO-53, Sector Collahuasi. Corresponde a un asentamiento con planta rectangular compuesto de tres unidades arquitectónicas continuas. Construido con técnica de pirca consolidada a base de bloques planos dispuestos al exterior de los muros. La ocupación fue poco densa a juzgar por el reducido basural. Presencia de pino oregón, cerámica esmaltada, loza, vidrio y fierro.

- Sitio CO-54, Sector Collahuasi. Corresponde a un conjunto de dos unidades arquitectónicas separadas, una corresponde a una hilera contigua de viviendas, y un sector oriental más ruinoso. Domina la planta residencial rectangular con cimientos de piedra bajo tapial. Material cultural similar a sitios anteriores.

- Sitio CO-55, Sector Collahuasi. Corresponde a un conjunto de recintos habitacionales en hilera, con muros de piedra y estuco de barro. El registro cultural superficial incluye cerámica, loza, metal y vidrio. Parcialmente cubierto y alterado por depósito de relaves.

- Sitio CO-56, Sector Collahuasi. Corresponde a un conjunto denso de recintos habitacionales denominado "La Poderosa", con un trazado urbano de 4 calles o hileras de viviendas paralelas. Muros construidos en piedra, barro y estuco de barro. Entre las 6 corridas se destaca una calle central muy ancha. Rodeado por el NE de un extenso y denso basural correlacionado a una de las ocupaciones más prolongadas del área. El material superficial incluye cerámica esmaltada proveniente del sur de Bolivia, loza, vidrio y metal y un resto de baquelita.

- Sitio CO-60, Sector Collahuasi. Corresponde a un conjunto de recintos construidos sobre un gran terraplén con muros erosionados. Patrón arquitectónico de CO-62, con doble corrida de viviendas, muros espesos de piedra y barro, con pintura interior. Sin registro de materiales superficiales.

- Sitio CO-61, Sector Collahuasi. Corresponde a un conjunto de recintos aterrazados de planta rectangular, encerrados en muro perimetral. Los muros están construidos con piedra y estuco de barro. Sin registro de materiales superficiales.

- Sitio CO-62, Sector Collahuasi. Corresponde a un conjunto de recintos de planta rectangular, perpendiculares a la cuenca de Collahuasi. Corresponde a los restos de un gran edificio (el más alto del sector) con acceso por una escalera. Los muros fueron construidos con piedra y estuco de barro, conservando algunos restos de pintura en las paredes interiores. Sin registro de materiales superficiales.

- Sitio CO-63, Sector Collahuasi. Corresponde a un conjunto de recintos de planta rectangular, en mal estado de conservación, construidos en piedra y estuco de barro. Sin registro de materiales superficiales.

- Sitio CO-64, Sector Collahuasi. Corresponde a un conjunto de grandes recintos de piedra sin estuco, sostenido por grandes muros de contención. Sin registro de materiales superficiales.

- Sitio CO-65, Sector Collahuasi. Corresponde a un conjunto de grandes recintos de piedra rectangulares, construidos en piedra con estuco de barro, con restos de pintura blanca interior. Construido sobre sistema de planos aterrazados. Sin registro de materiales superficiales.

- Sitio CO-66, Sector Collahuasi. Corresponde a un conjunto de recintos aislados de planta rectangular, con cimientos de piedra y estuco de barro. Sin registro de materiales superficiales.

- Sitio CO-67, Sector Collahuasi. Corresponde a un Conjunto de recintos de piedra de planta rectangular, con estuco erosionado en los muros. Se asocia a la instalación de un gran horno correspondiente a un proceso tecnológico complejo subactual. Sin registro de materiales superficiales.

- Sitio CO-68, Sector Collahuasi. Corresponde a un recinto que consta de sólo una unidad arquitectónica. Sin registro cultural superficial diagnóstico

- Sitio CO-69, Sector Michincha. Corresponde a dos abrigos rocosos separados por unos 100 m. Ocupación en abrigo rocoso con estructura pircada. En superficie se observan restos de talla lítica, cerámica de tradición indígena pre-incaica e incaica, y crisocola.

- Sitio CO-78, Sector Pabellón del Inca. Corresponde a un corral ovoidal con escaso material cultural en superficie, adosado a la actual huella que sube el cerro. En deficiente estado de conservación (1996).

- Sitio CO-80, Pabellón del Inca. Corresponde a un conjunto residencial formado por cuatro recintos circulares de piedra. Dos habitaciones tienen el diseño interior característico, con la división de tarima para camastro y sector de fogón. Entre los recintos se encuentran pequeños nichos o silos construidos con piedras lajas. El material cultural incluye suelas, latas y vidrio.

Todos estos sitios han sido documentados por Collahuasi. La información recopilada se encuentra descrita en las fichas respectivas en el Anexo C.

Collahuasi realizará labores de investigación, reconocimiento y rescate en cada uno de estos sitios con las debidas autorizaciones a que hace mención la Ley Nº 17.288 y su Reglamento (ver permiso ambiental sectorial en la sección 3.3.1 del Capítulo 3 de este EIA). Esto significa que los sitios y elementos con valor serán debidamente documentadas y rescatados. Además, como medida de protección del patrimonio cultural, Collahuasi considera aplicar las siguientes medidas durante el período de construcción:

- En caso de presentarse algún hallazgo arqueológico durante la ejecución de excavaciones o movimientos de tierra en las áreas de trabajo, se detendrán inmediatamente las faenas o actividades que se estén realizando en el lugar del hallazgo.
- El hecho se comunicará a las autoridades pertinentes y se requerirá la elaboración de un plan de acción por parte de un arqueólogo, definido por el Consejo de Monumentos Nacionales, el cual será presentado a la autoridad para su revisión y aprobación.
- Luego se ejecutará el plan aprobado por la autoridad.

En consideración a lo anterior, el impacto que tendrán las nuevas obras consideradas por el Proyecto Expansión 110 ktpd sobre el patrimonio cultural, si bien es relevante, será mitigado a través de los planes de rescate que se acuerden con el Consejo de Monumentos Nacionales.

6.2.11 Infraestructura Vial y Niveles de Servicios de Caminos

En esta sección se analiza el efecto del aumento del tráfico vehicular en el camino de acceso al área Mina-Planta, incluyendo un nuevo camino y el acceso a la ciudad de Iquique.

Los impactos sobre la infraestructura vial se pueden calificar como bajos, puesto que el proyecto cuenta con una ruta de acceso con óptimo estándar y nivel de servicio hacia el área Mina-Planta (Ruta A-625) la cual fue construida por Collahuasi para operar el proyecto. Este camino se encuentra asfaltado en su totalidad. En esta ruta el proyecto de expansión incorporará aproximadamente 72 viajes adicionales durante la operación. Es decir, el flujo vehicular aumentará en un 42% (242 viajes/día), respecto del flujo actual de Collahuasi. En promedio, el proyecto implicará incorporar un viaje adicional cada 8 a 10 minutos, principalmente durante el horario diurno, lo cual no genera congestión. Según el censo del

MOP (1998), por la Ruta A-625 se realizan 927 viajes diarios, por lo que el incremento de los 72 viajes de Collahuasi representan aproximadamente un 8 % del total de viajes de esta ruta.

En síntesis, el impacto vial del proyecto sobre la Ruta A-625 no será significativo, manteniéndose niveles óptimos de servicio.

El flujo vehicular adicional desde/hacia Iquique no será significativo, y corresponderá principalmente a buses con personal, camiones con combustible y vehículos livianos. Estos flujos adicionales se estiman en aproximadamente 18 viajes diarios como promedio, equivalentes a entre 1 y 2 viajes por hora. No aumentará el flujo de camiones con cátodos hacia el puerto de Iquique.

6.2.12 Áreas de Riesgo

6.2.12.1 *Desestabilización de Taludes y Deslizamientos*

El proyecto considera en sus diseños que las nuevas obras a construir en el área Mina-Planta tengan una condición de estabilidad tanto para estas, como para los sectores a intervenir, no solamente durante la operación para prevenir accidentes, sino también durante la fase de abandono. Es así como los taludes del rajo abierto, los botaderos y el tranque de relaves consideran un diseño estático y dinámico adecuado a las condiciones geológicas, geotécnicas y sísmicas del lugar, por lo que no se anticipan eventos de desestabilización de taludes o deslizamientos durante la fase de operación.

Se espera que durante la fase de abandono, cuya duración puede calificarse como indefinida, se produzcan derrumbes locales y eventualmente la desestabilización del talud de los botaderos, si ocurren eventos sísmicos aún mayores que los de diseño. En tal caso se afectaría un área adicional relativamente pequeña en comparación con el tamaño proyectado de los botaderos. Para prevenir situaciones de riesgo el proyecto contempla la instalación de señalización adecuada en el área potencialmente afectada, para evitar que sean ocupadas.

6.2.12.2 *Hundimientos, Colapsos y Subsidencia Fuera y Dentro del Área de Trabajo*

El proyecto no considera una explotación subterránea del yacimiento, por lo cual no es posible que se generen hundimientos, colapsos o subsidencia dentro o fuera del área de trabajo.

6.2.12.3 I*ncremento o Modificación de los Procesos Erosivos*

Los procesos de erosión pueden generarse por la creación y exposición de nuevas áreas a la intemperie (acción del viento y de las aguas superficiales). La erosión eólica se describió en la sección 6.2.1. El área Mina-Planta del Proyecto Expansión 110 ktpd, es la más expuesta a este tipo de fenómeno, para lo cual el proyecto considera las medidas necesarias para evitar procesos erosivos de terrenos o laderas naturales, así como de obras de disposición de estériles y relaves de proceso, asociados al escurrimiento de aguas.

Los taludes de los botaderos no estarán sujetos a procesos de erosión hídrica de relevancia, dado que las características granulométricas gruesas de los estériles permiten una rápida infiltración del agua en el talud, siendo prácticamente inexistente la escorrentía superficial.

Para el caso de la ampliación del tranque de relaves, su diseño contempla extender las mediadas actuales para la intercepción y evacuación de aguas superficiales que pudieran eventualmente ingresar al depósito durante eventos de lluvia. Estas medidas, que ya se encuentran operativas en el tranque actual, incluyen un vertedero de evacuación y canales de contorno, y permitirán mantener al tranque libre de riesgo de erosión o socavación.

Por su parte, la habilitación de nuevos caminos internos contempla la construcción de obras de arte en el cruce de quebradas, y la ejecución de medidas de mantenimiento destinadas a prevenir el deterioro de las superficies de rodado y mantener su continua operabilidad. Erosiones menores del camino podrían producirse por escurrimientos de agua superficial durante eventos significativos de lluvia. Los sectores eventualmente afectados serán rehabilitados.

La vegetación existente en sitios aledaños a las obras e instalaciones del proyecto no será retirada o cortada, de modo que no se generarán áreas susceptibles de erosión hídrica.

Por lo anterior, no se prevén impactos ambientales significativos asociados a procesos erosivos en el área del proyecto.

6.2.12.4 *Incremento o Modificación de Riesgos de Inundación*

En el escenario actual, las únicas obras expuestas a riesgo de inundación son los rajos abiertos, debido a la surgencia de agua subterránea en el fondo de los mismos. Este riesgo se mantendrá una vez que el Proyecto Expansión 110 ktpd entre en operaciones. Las otras instalaciones consideradas en el desarrollo de la expansión no estarán sujetas a riesgos de

inundación por ubicarse en sectores libres de escorrentías superficiales y/o acumulación de aguas.

Los eventos de inundación del rajo Rosario serán controlados mediante captación con pozos y aprovechamiento del agua en el proceso. En el abandono es probable que se generen pequeñas lagunas (estacionalmente) en el fondo del rajo.

6.3 ÁREA MINERODUCTO

6.3.1 Calidad del Aire

El proyecto generará emisiones de material particulado y gases en la zona del nuevo mineroducto. Estas provendrán principalmente del transporte de materiales, excavaciones y movimientos de tierra, para la construcción e instalación del nuevo mineroducto (paralelo a la actual cañería de transporte de concentrado) y para la construcción de las nuevas piscinas de emergencia y las nuevas estaciones disipadoras de energía.

También se generarán emisiones de gases de combustión emitidos por los equipos generadores de energía que se ubiquen en esta área durante la construcción, principalmente monóxido de carbono (CO) y óxidos de nitrógeno (NOx). No existirán otras emisiones relevantes de fuentes fijas. Un programa de mantención periódica de los equipos generadores de energía asegurará que las emisiones de gases no sean significativas.

La construcción tomará tiempos relativamente breves en cada tramo del mineroducto, y se centrarán básicamente en áreas despobladas. Por ello, el impacto de las emisiones atmosféricas será de corta duración y no afectará población alguna.

Finalmente, debe indicarse que la operación del mineroducto no generará ningún tipo de emisión atmosférica.

6.3.2 Niveles de Ruido y Vibración

El Proyecto Expansión 110 ktpd implicará emisiones de ruido en el área del mineroducto, principalmente en la etapa de construcción. Las principales fuentes fijas de ruido serán la circulación de vehículos para el transporte de tuberías, materiales y mano de obra, y la operación de maquinaria para los movimientos de tierra. El proyecto se ubica en una zona rural, por lo que es aplicable el límite de 10 dB(A) sobre el nivel de fondo.

En la cercanía del mineroducto no se encuentran localidades con población residente. Haciendo extensivo el análisis de ruido presentado para el área Mina-Planta (con niveles de emisión de hasta 95 dB, representativo también de labores de construcción), se puede establecer que fuera del área de construcción del mineroducto no se causarán incrementos superiores a 10 dB(A) respecto del nivel de ruido de fondo (línea de base). En consecuencia, se prevé que la construcción del mineroducto dará cumplimiento al DS N°146, que regula la emisión de ruido desde fuentes fijas[2].

Durante la etapa de operación del mineroducto no se producirán ruidos molestos por el funcionamiento de éste.

6.3.3 Caudal de Aguas Superficiales y Subterráneas

El agua necesaria para las actividades de construcción que se desarrollen en el área Mineroducto se obtendrá desde alguna de las fuentes existentes (como el sistema de abastecimiento de Coposa o las instalaciones de Punta Patache) o desde localidades cercanas (como Pica, Pozo Almonte y Pintados) y será trasladada al sitio mediante camiones aljibe. En el área del mineroducto no se extraerá recursos hídricos, por lo que no se afectarán cursos de agua. La excavación de la zanja es de poca profundidad, de modo que no existe posibilidad de afectar napas subterráneas.

6.3.4 Calidad del Agua Superficial y Subterránea

La posibilidad de afectar agua superficiales es muy reducida, debido a que en esta área sólo se generan escurrimientos en los escasos y esporádicos eventos de lluvia que alcanzan a activar los fondos de algunas quebradas. Además, en el área Mineroducto el Proyecto Expansión 110 ktpd no considera la descarga de aguas de proceso o residuales en ninguna de sus etapas. Durante la etapa de construcción se habilitarán baños químicos para el personal que labore en esta área.

El diseño del nuevo mineroducto considera la construcción de piscinas de seguridad que acumularán el contenido del ducto en caso de una eventual emergencia de fuga. De este modo, no se anticipan impactos sobre la calidad de las aguas superficiales esporádicas ni subterráneas, como tampoco en bofedales, en ninguna de las labores a ejecutarse en el área Mineroducto.

[2] DS N°146/98 del Min. Secretaria General de la Presidencia. Establece norma de emisión de ruidos molestos generados por fuentes fijas.

En el sector que cruza la Pampa del Tamarugal (sector no forestado) se extremarán las medidas de precaución para evitar que pueda afectar las aguas subterráneas.

6.3.5 Geomorfología, Red de Drenaje y Suelo

Durante la etapa de construcción del mineroducto se generarán impactos locales menores y transitorios sobre la topografía, asociados con las labores de excavación e instalación del nuevo ducto y con la construcción de las piscinas de emergencia.

La intervención relacionada con las labores de construcción será momentánea. Una vez instalado el ducto, se restaurarán las condiciones del relieve. Sólo quedará el impacto sobre el relieve de las piscinas de emergencia.

El trazado del mineroducto considera obras de arte en el atravieso de quebradas y escurrimientos superficiales (si los hubiera) de manera de no afectar la red de drenaje.

En el caso eventual de producirse una situación accidental que pueda afectar la calidad del suelo, se aplicarán las medidas de contingencia que incluyen, entre otras, la recuperación del sector afectado (ver sección 7.4.2 del Capítulo 7).

6.3.6 Vegetación y Flora

La intervención en la flora y vegetación se producirá básicamente como consecuencia del emplazamiento de las nuevas obras e instalaciones del Proyecto, en los sectores donde existe cubierta vegetal y que coincidan con el trazado de Mineroducto y sus obras asociadas (piscinas de emergencia, obras de arte, etc.), además de los nuevos caminos de servicio en los sectores en donde el nuevo trazado no coincida con el actual (alrededor del 15%). El Proyecto no afectará mediante tala, corta o quema alguna especie vegetal.

En la Figura 6.8 se muestra la extensión aproximada de los distintos pisos vegetacionales presentes en el área de estudio y el emplazamiento aproximado de las obras.

En términos generales, se puede apreciar que el emplazamiento de las nuevas obras del proyecto en el área Mineroducto (excavación de la zanja del nuevo Mineroducto, construcción de nuevas estaciones disipadoras de energía y construcción de nuevas piscinas de emergencia) afectará sólo marginalmente la vegetación presente en zonas de tolares y pajonales. Ello se debe a que los sectores afectados muestran cobertura de vegetación muy escasa, encontrándose sólo el 15% del trazado del mineroducto en áreas

con presencia de alguna vegetación. El valor ecológico de estas áreas se considera de baja relevancia debido a la escasa superficie involucrada y la representatividad que tienen este tipo de vegetación en los sectores aledaños al área del Proyecto.

En el largo plazo se espera que las áreas afectadas por las obras del proyecto y que sean rehabilitadas (nivelación topográfica), logren una recolonización vegetacional durante la fase de abandono.

El cruce del mineroducto por la Pampa del Tamarugal se efectuará por un sector no forestado y prácticamente desprovisto de vegetación.

Por todo lo anteriormente expuesto se estima que el impacto sobre la flora y vegetación del área Mineroducto no será significativo.

6.3.7 Fauna Terrestre

Tal como se mencionó para el caso del área Mina-Planta, la fauna podría verse básicamente por los siguientes efectos:

- Pérdida e Intervención de hábitat;
- Emisiones de polvo y ruido; y
- Presencia humana.

El emplazamiento de las nuevas obras del mineroducto no alterará ningún hábitat de relevancia que pudiera ser utilizado por especies de fauna de la zona. En el área se registró la presencia de 11especies en categoría de conservación, éstas son:

- Aves: Suri (*Pterocnemia pennata*) En peligro; Perdiz de la Puna (*Tinamotis pendlandii*) Vulnerable; y Cóndor (*Vultur gryphus*) Vulnerable.

- Mamíferos: Vicuña (*Vucugna vicugna*) Insuficientemente conocida; Guanaco (*Lama guanicoe*) Vulnerable; Laucha sedosa (*Eligmodontia puerulus*) Insuficientemente conocida; Vizcacha (*Lagidium viscacia*) Vulnerable; Chichillón (*Abrocoma cinerea*) Insuficientemente conocida; y Zorro Culpeo (*Pseudolapex culpaeus*) Insuficientemente conocida.

- Reptil: Lagartija (*Velosaura aymararum*) Rara; y Sapo (Bufo spinulosus) Vulnerable.

Las emisiones de ruido y polvo producto de las actividades propias de la construcción del mineroducto no tendrán un impacto relevante en la fauna del sector ya que el área presenta escasa fauna asociada (ver sección 5.2.3.2 del Capítulo 5) y las emisiones cesarán una vez iniciada la operación del mineroducto.

La presencia humana expresada como personal laborando y vehículos en tránsito provocará el abandono temporal del área por parte de algunas especies de aves y mamíferos.

Para evitar que la excavación del ducto genere un efecto "barrera" para la fauna, está previsto excavar la zanja en tramos cortos, de manera que estas labores no interrumpan el desplazamiento normal de la fauna que pudiese estar presente en el área. En caso que ello no sea suficiente, se habilitarán sectores de tránsito para el paso de los animales, a lo largo del corredor del mineroducto.

Con el fin de evitar efectos adversos sobre la fauna Collahuasi aplica actualmente las siguientes medidas, extensibles al proyecto de expansión:

- Está prohibida la introducción de animales domésticos al área del proyecto y campamento
- Los sectores de interés cuentan con la señalética adecuada previniendo acciones que pudieran afectar a la biota existente.
- Existe prohibición de caza y en general de cualquier acción que pueda afectar la fauna o sus hábitats.

En consideración con lo anteriormente expuesto, el impacto sobre la fauna se considera bajo.

6.3.8 Paisaje

El impacto paisajístico en el área Mineroducto se manifestará básicamente durante la etapa de construcción, debido a la presencia de maquinaria, materiales, y los trabajos de movimientos de tierra. Una vez finalizada la construcción, el ducto quedará enterrado, siendo visible únicamente las piscinas de emergencia y las estaciones disipadoras de energía, que estarán distribuidas a lo largo del trazado.

La franja a intervenir corresponde a un 85% del actual mineroducto, aprovechándose gran parte del camino de servicio existente. La intervención del paisaje será entonces de corto plazo (período de construcción), y en zonas con baja accesibilidad visual por parte de

observadores externos, debido a que gran parte del trazado se desarrolla por lugares desprovistos de población y caminos públicos.

En definitiva, el impacto sobre el paisaje no será significativo.

6.3.9 Patrimonio Cultural

En el trazado del mineroducto actual no se registró la existencia de sitios arqueológicos durante la construcción. Debido a que el nuevo mineroducto ocupará un 85% de este trazado, no se espera encontrar sitios o elementos arqueológicos. Para la zona alta del nuevo trazado que se distanciará en algunos tramos del actual, está prevista la participación de un especialista durante la construcción par verificar que no se afecta el patrimonio cultural.

En caso de presentarse algún hallazgo arqueológico durante la ejecución de excavaciones o movimientos de tierra en las áreas de trabajo, se detendrán inmediatamente las faenas o actividades que se estén realizando en el lugar del hallazgo. El hecho se comunicará a las autoridades pertinentes y se requerirá la elaboración de un plan de acción por parte de un arqueólogo, el cual será presentado a la autoridad para su revisión y aprobación, procediendo luego a su ejecución.

6.3.10 Infraestructura Vial y Niveles de Servicios de Caminos

El impacto vial asociado al mineroducto se generará durante la etapa de construcción debido al transporte del personal de construcción y materiales, aunque sin representar flujos vehiculares significativos. Estos se manifestarán en las rutas que acceden al camino de servicio.

Durante la operación, el tránsito vehicular se limitará a los viajes de inspección por el camino de servicio, sin que ello represente un impacto vial.

6.3.11 Áreas de Riesgo

Los aspectos de riesgo en el área Mineroducto están vinculados a condiciones geológicas e hidrogeológicas (agentes externos) y a la posibilidad de un eventual derrame de concentrado.

El trazado y el diseño del mineroducto han sido escogidos y definidos de modo de evitar riesgos geológicos e hidrológicos, proporcionándose las medidas de diseño adecuadas para controlar riesgos de inestabilidad de taludes, activación de quebradas durante lluvias intensas, etc. En general el ducto ocupará áreas exentas de riesgos naturales, y en los puntos donde ello pueda presentarse se han dispuesto las obras y medidas de seguridad.

Por otro lado, para evitar fugas o roturas de la tubería de concentrado se consideran las medidas descritas en la sección 7.3.2 del Capítulo 7. Entre estas se destacan las siguientes:

- La tubería irá enterrada y estará revestida con HDPE o material similar para evitar la corrosión y desgaste.

- El mineroducto contará con un total de cuatro estaciones disipadoras de energía y con estaciones de monitoreo continuo para asegurar que opere dentro de rangos adecuados de presión.

- Se operará un sistema automático de medición de flujo y presión en el ducto para detectar eventuales fugas o pérdidas de producto. Este sistema permitirá accionar automáticamente los dispositivos de emergencia para detener la impulsión de concentrado y vaciar la tubería.

- Existirán cuatro piscinas de emergencia a lo largo del trazado del mineroducto para permitir vaciar en ellas el contenido de la tubería durante un evento de emergencia. Cada piscina tendrá capacidad para contener el doble del volumen del tramo inmediatamente aguas arriba.

- Se efectuarán inspecciones preventivas periódicas de la tubería en todo su recorrido, tal como en la actualidad.

En caso de detectarse una fuga de concentrado, se procederá a la paralización del sistema de bombeo y al vaciamiento del concentrado en las piscinas de emergencia. Luego se programará la reparación de la tubería y la limpieza del lugar afectado.

Por todo lo señalado anteriormente, los riesgos en el área Mineroducto estarán controlados.

6.4 ÁREA INSTALACIONES PORTUARIAS PUNTA PATACHE

6.4.1 Calidad del Aire

En el área de Punta Patache se generarán emisiones atmosféricas principalmente durante el período de construcción debido a movimientos de tierra y tránsito de vehículos y maquinaria en las áreas de construcción. En el sector de la planta de filtros estas emisiones no serán significativas, puesto que se trata básicamente de la construcción o edificación de instalaciones metálicas que ocuparán terrenos relativamente pequeños y adyacentes a los de la actual planta (ver Figura 2.6 en el Capítulo 2).

En el sector de las piscinas de evaporación se generarán emisiones de material particulado debido a los movimientos de tierra de excavaciones y levantamiento de los pretiles o muros. Las piscinas quedarán completamente revestidas con carpeta plástica impermeable, de modo que no se generarán emisiones después de terminadas. No existe población cercana expuesta a estas emisiones, y se adoptarán medidas de abatimiento, como el riego de las superficies de tierra.

La etapa de operación prácticamente no generará emisiones atmosféricas, tal como sucede en la actualidad, debido a que las instalaciones y equipos contarán con las medidas de control de emisiones de polvo que aseguren una faena limpia y sin descargas al ambiente, en particular hacia el mar. Tales medidas incluyen instalaciones cerradas, galpón de almacenamiento con presión negativa y sistema de embarque hermético con chute telescópico que se introduce en la bodega de los barcos.

6.4.2 Niveles de Ruido y Vibración

El Proyecto Expansión 110 ktpd implicará emisiones de ruido en el área de Instalaciones Portuarias Punta Patache, principalmente en la etapa de construcción. Las fuentes de ruido corresponderán a la circulación de vehículos para el transporte de materiales y mano de obra, la operación de maquinaria para los movimientos de tierra y las actividades de construcción propiamente tales. Estas fuentes generan niveles de emisión de ruido similares a los presentados para el área Mina-Planta (hasta 95 dB). Por lo tanto, haciendo uso de la proyección de las emisiones de ruido presentada en la Figura 6.3, se anticipa que en un radio de 43 metros desde las fuentes de ruido se alcanzarán niveles del orden de 55 dB o menores. En el área de Punta Patache el nivel de fondo se ha establecido en el orden de 45 dB (sección 5.3.2.5 del Capítulo 5), por lo que fuera del área del recinto industrial se dará pleno cumplimiento al límite del DS 146/97 aplicable a zonas rurales (10 dB(A) sobre el nivel de fondo).

Durante la etapa de operación aumentará la frecuencia de embarques de concentrado de cobre, y por lo tanto el número de días al año con emisiones de ruido asociados a esta faena. Es decir, se mantendrán los niveles de emisión, pero éstos se harán más frecuentes. Actualmente no se generan niveles significativos de ruido en el entono, y se da cumplimiento a la norma de ruido señalada más arriba. Esta situación ocurrirá también con el proyecto de expansión.

6.4.3 Caudal de Aguas Superficiales y Subterráneas

El proyecto de expansión no considera extraer aguas subterráneas ni afectar cauces superficiales (que no los hay), de modo que no presentará impactos en este componente ambiental.

6.4.4 Calidad del Agua Superficial y Subterránea

El agua residual obtenida en la planta de filtros será enviada a piscinas de evaporación impermeabilizadas y aplicada en riego forestal, tal como se hace actualmente, todo ello unos 5 km al noreste de la planta. No existen cuerpos de agua superficial en el área de influencia, por lo tanto, la única fuente de posible afectación de la calidad de recursos subterráneos lo constituye el riego forestal. Esta actividad se realiza en forma controlada a través de un riego tecnificado (por goteo), tal como se ilustra en la Figura 6.9. El riego se efectúa de tal forma de mantener un balance entre la cantidad de agua aplicada a cada árbol y la cantidad de agua que puede ser evapotranspirado a través de sus hojas. Así, el frente húmedo del riego alcanza una profundidad máxima de uno a dos metros, equivalente a la zona de raíces, sin percolar en profundidad.

Para aplicar esta forma de eliminación del efluente en el proyecto de expansión se contempla aumentar la cantidad de árboles en la forestación.

Las piscinas de evaporación se utilizan también como pequeños embalses para regular las variaciones que presenta la demanda de agua de la forestación entre invierno y verano, por lo que no se genera superávit hídrico ni exceso de agua que deba ser descargada al ambiente. El desempeño de esta actividad es monitoreada aguas abajo mediante pozos (ver Capítulo 8).

En el caso de las piscinas evaporación, la existencia de un total de cuatro piscinas permitirá que cualquier rotura o desperfecto en la impermeabilización, verificada en los dispositivos

de monitoreo aguas abajo, pueda ser reparada enviando transitoriamente el agua de la piscina dañada hacia otra piscina.

En síntesis, el manejo controlado del efluente de la planta de filtros evitará afectar la calidad de cuerpos de agua subterránea. Inicialmente surgieron problemas de utilización en exceso de agua de riego, debido a la menor capacidad de evapotranspiración por el menor tamaño de los árboles pequeños. Con el tiempo, el crecimiento de los árboles ha permitido lograr una condición de equilibrio entre riego y evapotranspiración.

6.4.5 Geomorfología, Red de Drenaje y Suelo

Las nuevas obras consideradas en Puerto Patache no implicarán impactos sobre la geomorfología, red de drenaje y suelo del área por cuanto se desarrollarán dentro del área de las instalaciones industriales actuales que Collahuasi posee en Punta Patache. Las piscinas de evaporación corresponden a obras del proyecto base original, por lo que ya está prevista la intervención de terrenos para su construcción en el sector de la piscina existente.

Las instalaciones nuevas corresponden a ampliaciones de las estructuras de la planta de filtros, incluyendo un nuevo espesador y estación de recepción de concentrados. Estas instalaciones no tendrán impactos de relevancia en la geomorfología y red de drenaje del área.

El efecto del riego forestal sobre la calidad del terreno corresponde al único impacto remanente de este sistema de eliminación del agua de filtración, debido a la acumulación de sales en la capa superficial (1 a 2 metros superficiales). No obstante, se trata de terreno sin aptitud agrícola, con alternativas de uso muy limitadas y escasas, por lo que su significancia se ve atenuada. La migración de las sales acumuladas es poco probable debido a la escasez de precipitaciones en la zona.

6.4.6 Vegetación y Flora

Los terrenos a intervenir con las nuevas instalaciones en Punta Patache carecen de cualquier tipo de vegetación, por lo que no se generarán impactos en este componente ambiental.

6.4.7 Fauna Terrestre

Las actividades de construcción y posterior operación de las nuevas instalaciones en Punta Patache se realizarán en las mismas áreas de la operación actual, por lo que no se afectarán o intervendrán hábitats o sectores de tránsito de fauna diferentes a los ya afectados. En consecuencia, no se generarán impactos adicionales sobre la fauna terrestre.

6.4.8 Flora y Fauna Acuática

El proyecto de expansión no considera intervenir el ambiente marino con nuevas instalaciones de embarque. Se utilizará el actual terminal, con una mayor frecuencia de operación. Las medidas de prevención y control ambiental que aplica Collahuasi en esta faena (ver sección 7.3.6 en el Capítulo 7) permitirán que los embarques se realicen sin afectar la flora y fauna acuática.

6.4.9 Paisaje

Las nuevas instalaciones de la planta de filtros en Punta Patache no variarán significativamente el paisaje de este sector. Tal como se aprecia en las Figuras 2.5 y 2.6 del Capítulo 2, básicamente se trata del mismo tipo de estructuras adosadas a las existentes. Las piscinas de evaporación forma parte del proyecto original, y su impacto, si bien será percibido en algún grado por las personas que transiten por la Ruta 1, no será significativo, pues se afecta un sector puntual dentro del trayecto de esta ruta, con obras de movimientos de tierra (muros o pretiles) que tienden a confundirse con el entorno árido. La forestación puede considerarse como un impacto positivo, o al menos neutro, al incorporar un elemento atractivo, como es la plantación de árboles en un panorama desértico

6.4.10 Patrimonio Cultural

La Figura 5.3-12 del Capítulo 5 muestra los sitios arqueológicos reconocidos en el área de Punta Patache. Se observa que ellos se ubican a una distancia significativa de la planta de filtros y del área de las piscinas de evaporación. Por lo tanto, no existe posibilidad que el proyecto de expansión afecte el patrimonio cultural en esta área. No obstante, están previstas las medidas de contingencia señaladas en la sección 7.2.3 del Capítulo 7, en caso que durante los trabajos de construcción eventualmente se presente algún hallazgo de tipo arqueológico.

6.4.11 Infraestructura Vial y Niveles de Servicios de Caminos

Actualmente el flujo vehicular asociado a la operación del terminal de Punta Patache es de aproximadamente 90 viajes (ida y vuelta) por la Ruta 1, desde el terminal. Parte de estos viajes se realiza desde/hacia la plantación forestal y desde/hacia el aeropuerto, sin alcanzar la ciudad de Iquique. Se estima que esta cantidad de viajes se incrementará en aproximadamente un 15 a 20% con motivo de la expansión, es decir, en proporción al aumento en la cantidad de concentrado a embarcar, alcanzando un total de aproximadamente 104 a 110 viajes. Según el censo del MOP (1998) por la Ruta 1 se realizan 1834 viajes diarios que pasan por la bifurcación de acceso al Puerto. Los 20 viajes adicionales que se realizarán por esta Ruta debido al proyecto de expansión representan un 1 % de los viajes totales. Este incremento no es significativo considerando las buenas condiciones de circulación y nivel de servicio de la Ruta 1.

6.4.12 Areas de Riesgo

Las nuevas instalaciones de la planta de filtros estarán emplazadas en áreas que no presentan riesgos naturales relevantes que puedan ocasionar roturas, fallas o problemas en las instalaciones.

Las piscinas de evaporación, por su parte, cuentan con los diseños de ingeniería adecuados para lograr obras seguras y capaces de resistir eventos sísmicos y eventuales precipitaciones. Estas características fuero sometidas a evaluación técnica por parte de la Dirección General de Aguas.

En cuanto a riesgos operacionales asociados al terminal de embarque y las piscinas de evaporación, en las secciones 7.3.6, 7.3.7, 7.4.6 y 7.4.7 se señalan las medidas de prevención y contingencia previstas para evitar que ellas ocurran y para controlar incidentes adversos para el medio ambiente.

6.5 IMPACTOS SOCIOECONÓMICOS

Los efectos culturales y socioeconómicos de proyectos mineros de gran envergadura, como el Proyecto Expansión 110 ktpd, se derivan principalmente de las inversiones involucradas y de los recursos humanos, insumos y servicios requeridos para su construcción y operación. No obstante ser este Proyecto una expansión de una faena minera existente, es importante identificar y describir los impactos sobre el ámbito sociocultural y económico.

En términos generales el Proyecto Expansión 110 ktpd generará beneficios económicos para la Primera Región, los cuales se derivan principalmente de la generación de nuevos empleos que, conjuntamente con los requerimientos de servicios e insumos resultarán en un incentivo para la economía regional.

Si bien se anticipan impactos socioeconómicos principalmente positivos, el desarrollo de una actividad minera en la Región también puede generar efectos socioeconómicos y culturales negativos. Sin embargo, en este caso particular, debido a que el campamento y la faena misma se encuentra distante de asentamientos humanos y ciudades, estos efectos se verán disminuidos, tal como se señala más adelante.

Los impactos sobre el ámbito sociocultural, tanto positivos como negativos, se describen en términos de los siguientes aspectos:

- Impactos sobre la población, incluyendo aspectos demográficos, modificación del costo de vida y posibles cambios en las costumbres de la comunidad e Impacto sobre la salud y educación de la población

- Impacto sobre la economía local y regional.

6.5.1 Impacto Sobre la Población

Se estima que durante la fase de construcción (2 años) se contratarán en promedio aproximadamente 3.000 trabajadores, llegando en períodos punta a alrededor de 5.000-6.000 trabajadores. En la fase de operación se crearán alrededor de 560 nuevos empleos, incluyendo contratistas (100 directos y 460 contratistas). En la medida de lo posible, el Proyecto propenderá a contratar mano de obra local.

La construcción del Proyecto Expansión 110 ktpd proporcionará nuevas oportunidades de empleo a una amplia variedad de oficios y niveles de especialización, desde obreros y albañiles, hasta técnicos e ingenieros especializados. Se anticipa que durante la etapa de construcción, que durará dos años aproximadamente, la mayoría de los trabajadores contratados serán de la Primera Región.

Lo anterior implica, por una parte, que el beneficio asociado a los nuevos trabajos recaerá esencialmente en la Primera Región, y por otro lado, que el impacto demográfico no será relevante debido a que se estima que la afluencia de trabajadores de otras regiones no será significativa. En este sentido, se anticipa que los trabajadores provenientes de otras zonas preferirán trasladarse cada vez (en cada turno de trabajo) entre sus actuales domicilios

(fuera de la Región) y el área del Proyecto, donde permanecerán alojados en el campamento durante los días que dure su turno. Debido a lo relativamente corto del lapso de construcción, se considera que serán pocos los trabajadores que decidirán radicarse temporalmente en Iquique u otras ciudades y localidades cercanas al Proyecto, y menores aún los que decidirán traer a sus familias. Por lo tanto, se anticipa que el impacto demográfico de la etapa de construcción no será significativo en la Región de Tarapacá. A modo de referencia se puede señalar que la población total de la Primera Región es de alrededor de 398.947 habitantes (Proyección INE al año 2000). En este contexto, y a modo de ejemplo, la afluencia temporal durante dos años de como máximo 5000-6000 trabajadores foráneos (sin familias) representaría menos del 2%.

Durante la etapa de operación se espera que la mayor proporción de trabajadores contratados serán de la Primera Región. Para ello, y reconociendo la ventaja que representa el hecho de ser una región con experiencia minera, Collahuasi está haciendo todos los esfuerzos posibles para identificar postulantes locales a los nuevos puestos de trabajo, dando de esta forma oportunidad a los recursos humanos de la Región.

A parte de los beneficios que tendrá sobre la población regional la contratación de personas para las etapas de construcción y operación, el Proyecto también implicará importantes beneficios para la población que no estará directamente ligada al Proyecto. En efecto, el hecho que se genere aumente una actividad productiva existente que demandará más empleos, insumos y servicios, implica que las otras actividades productivas podrán ofrecer sus productos (bienes y servicios). Esto es válido no solamente para los requerimientos del proyecto propiamente tal (como insumos, repuestos, etc.), sino también para las demandas de los propios trabajadores y empleados, en términos de arriendos o adquisición de viviendas, alimentación, entretención, etc. En otras palabras, las actividades de comercio (alimentación, vestuario, etc.), turismo, transporte, entre otras, verán incrementadas sus ventas, beneficiando a la población que proporciona estos bienes y servicios. Se espera que los trabajadores que se desempeñen para el Proyecto gasten y/o inviertan parte importante de su dinero en la Primera Región, lo que aumentará la cantidad de dinero circulante, es decir, el poder adquisitivo de la población.

Por otra parte, debido a la condición aislada del Proyecto, los nuevos trabajadores deberán ser alojados en el campamento y trasladados periódicamente a sus domicilios. Los trabajadores no necesitarán instalarse temporalmente en pueblos o localidades pequeñas, como ocurre en proyectos que se sitúan próximos a pequeñas ciudades o localidades. Se dispondrá de buses adicionales para el transporte terrestre del personal, tanto en la etapa de construcción como de operación. El sistema de transporte permitirá trasladar al personal directamente desde la faena hasta Iquique, evitando así detenciones en lugares donde no reside el personal. Las detenciones de los buses para recoger o dejar personal que viva en

localidades pequeñas serán breves, y no se contempla la bajada masiva de trabajadores durante estas detenciones.

Los impactos en la infraestructura comunitaria y servicios (salud, educación, vivienda, servicios, oficinas, comercio, etc.) se relacionan principalmente con la demanda adicional generada por la llegada de nuevas familias a los centros urbanos de la Región. Para la etapa de construcción no se prevé una demanda habitacional o de servicios significativa en los centros urbanos cercanos de la Región; tal como se señaló anteriormente, la mayoría de los nuevos trabajadores serán de la Primera Región y viajarán desde sus hogares hasta el campamento del Proyecto. Una fracción menor provendría de otras regiones del país (la mayoría sin trasladar a sus familias), y sería esta afluencia temporal de personas la que podría demandar salud, educación y servicios en general dentro de la Región.

La etapa de operación, con un horizonte de 20 años, permitiría un arraigamiento de largo plazo de personas provenientes de otras regiones. Si bien se espera que, al igual que en la etapa de construcción, la mayoría de los trabajadores sean de la Región de Tarapacá, es razonable suponer que la mayoría de los empleados foráneos decidan migrar hacia Iquique con sus familias. En este caso, la demanda habitacional se centrará principalmente en adquisición de viviendas, lo que influirá sobre las actividades de construcción de espacio habitacional, promoviendo el desarrollo urbano de la Región.

En cuanto a la demanda por atención de salud, no se esperan impactos negativos significativos sobre los servicios públicos de salud, dado que la gran mayoría de los empleados del Proyecto estarán afiliados conjuntamente con sus familias a algún tipo de institución privada de salud y por lo tanto se atenderán en forma privada en la ciudad de Iquique. En faena (sector de Rosario) operará un nuevo policlínico para atender requerimientos de atención primaria de los trabajadores.

Collahuasi apoya el desarrollo de los establecimientos educacionales de su área de influencia, especialmente el de aquellas localidades más pequeñas y que presentan mayores carencias.

Es importante señalar que Collahuasi considera mantener sus programas de entrenamiento para los trabajadores contratados para la operación. Estos programas proporcionarán educación y habilidades complementarias a aquellos que no hayan culminado estudios secundarios, mejorando su nivel educacional. Asimismo, estos entrenamientos permitirán poner al día en cuanto a tecnología minera a aquellos trabajadores que ya cuenten con experiencia en el rubro.

A este respecto, y tal como se señala en la sección 9.6.4 del Capítulo 9, Collahuasi contribuyó con la construcción y creación del Centro Tecnológico Minero (CTM), el cual da la oportunidad a las personas de la I Región de capacitarse y postular a puestos de trabajo en las operaciones mineras de Collahuasi y también de otras faenas. En la contratación de personal para el proyecto de expansión, la compañía dará preferencia a los postulantes de la I Región que aprueben los cursos en el CTM. Por otra parte, Collahuasi también lleva a cabo actividades de capacitación en las comunidades vecinas, principalmente en temas asociados a la agricultura.

6.5.2 Impacto Sobre la Economía Local y Regional

Como se ha dicho, el Proyecto tendrá un impacto positivo sobre el empleo, producto de la contratación de mano de obra para la construcción (2 años) y la contratación de personal para la operación, tanto directa como subcontratos (horizonte de 25 años). Por ello, la incorporación del Proyecto a la actividad minera de la Región aportará a la reducción de las actuales tasas de desempleo.

De especial interés para la comunidad serán los nuevos requerimientos de insumos y servicios del Proyecto, por cuanto ello permitirá también incrementar en forma indirecta los niveles de empleo de rubros complementarios, como transporte, elaboración de alimentos, etc. Típicamente los proyectos mineros emplean un multiplicador de la base de empleo no-básico/básico de 2 a 3. Esto significa que por cada nuevo empleo básico (minería en este caso), se generan en promedio 2 a 3 empleos no-básicos (transporte, alimentación, etc.). De esta forma, la realización del Proyecto Expansión 110 ktpd significaría la generación de aproximadamente 1100-1700 empleos indirectos, magnificando el impacto socioeconómico positivo del Proyecto.

Desde el punto de vista de la economía regional e incluso nacional, el desarrollo del Proyecto Expansión 110 ktpd tendrá un impacto significativo. La inversión total (inversión de capital) se estima en 600 millones de dólares, e incluye la contratación de mano de obra, adquisición de materiales de construcción, combustibles, energía, equipos y alimentación. Rubros como los de construcción, transporte, combustibles, alimentación, etc. tendrán nuevas oportunidades de negocio.

En períodos de punta la construcción demandará alimentación para un máximo de 5.000-6.000 personas en faena; durante la operación la demanda de alimentos será para unas 560 personas adicionales a la operación actual (1.050 personas).

En términos de materiales de construcción, el proyecto demandará cemento, acero para estructuras, estanques y tuberías. Además aumentará la demanda por combustibles (diesel), bencina e insumos de proceso, como cal y explosivos. Esto representa oportunidades de negocio y puede intensificar actividad económica en la Primera Región.

La economía regional no sólo se verá beneficiada con las inversiones y los nuevos requerimientos operativos del Proyecto propiamente tal, sino también por el adicional consumo de bienes y servicios por parte de los empleados del Proyecto y sus familias. Se estima que una parte importante de los salarios pagados a los trabajadores que vivirán en la Región se distribuirán en los distintos sectores de la economía regional, tales como: vivienda, alimentación, servicios básicos, educación, salud, transporte, recreación y comercio en general. De esta forma, actividades turísticas, hotelería, transporte, entre otras, recibirán en forma indirecta los beneficios del proyecto, al ver expandidas las demandas por los respectivos productos y servicios.

El Proyecto tendrá además un impacto económico positivo derivado del pago adicional de patentes, permisos, concesiones, etc., lo que contribuirá a fortalecer los fondos comunales y regionales. Las arcas fiscales recibirán ingresos por concepto del pago de los nuevos permisos de construcción y operación de las distintas instalaciones, patente minera, patentes y permisos de circulación para la flota de vehículos, entre otros. Además habrá un incremento en los fondos fiscales asociado a los impuestos que se deberá aplicar al salario de los nuevos trabajadores, según las leyes vigentes.

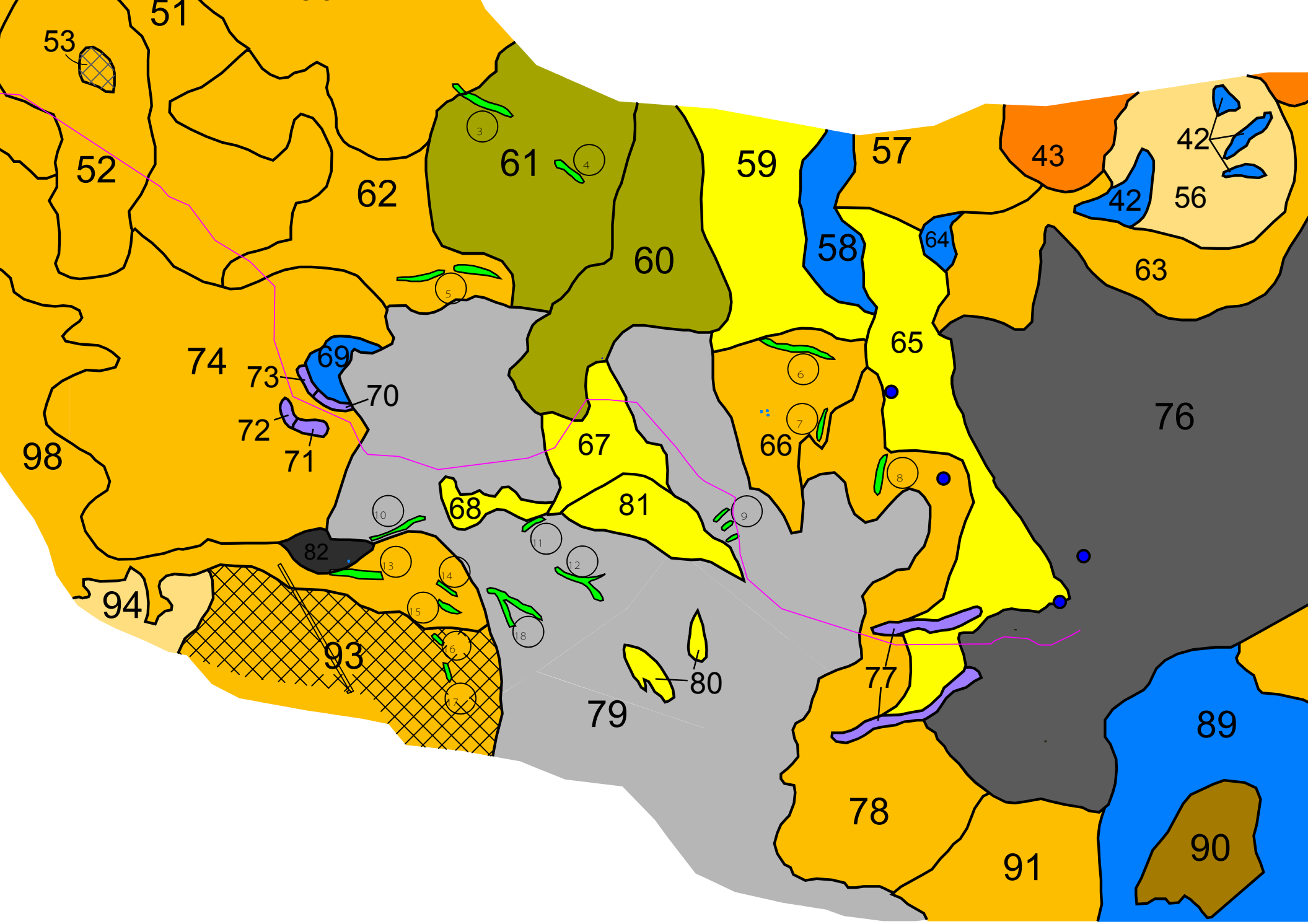
6.6 SÍNTESIS Y JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

En la Tabla 6.3 se presenta una matriz de calificación y jerarquización de los impactos ambientales del Proyecto Expansión 110 ktpd. La matriz contiene una descripción resumida de los impactos potenciales, ordenados por componente ambiental. Se indica la etapa del proyecto en que cada impacto es mayor (construcción, operación o abandono). Luego se señalan resumidamente las medidas de manejo ambiental consideradas por el Proyecto, para controlar o mitigar los impactos.

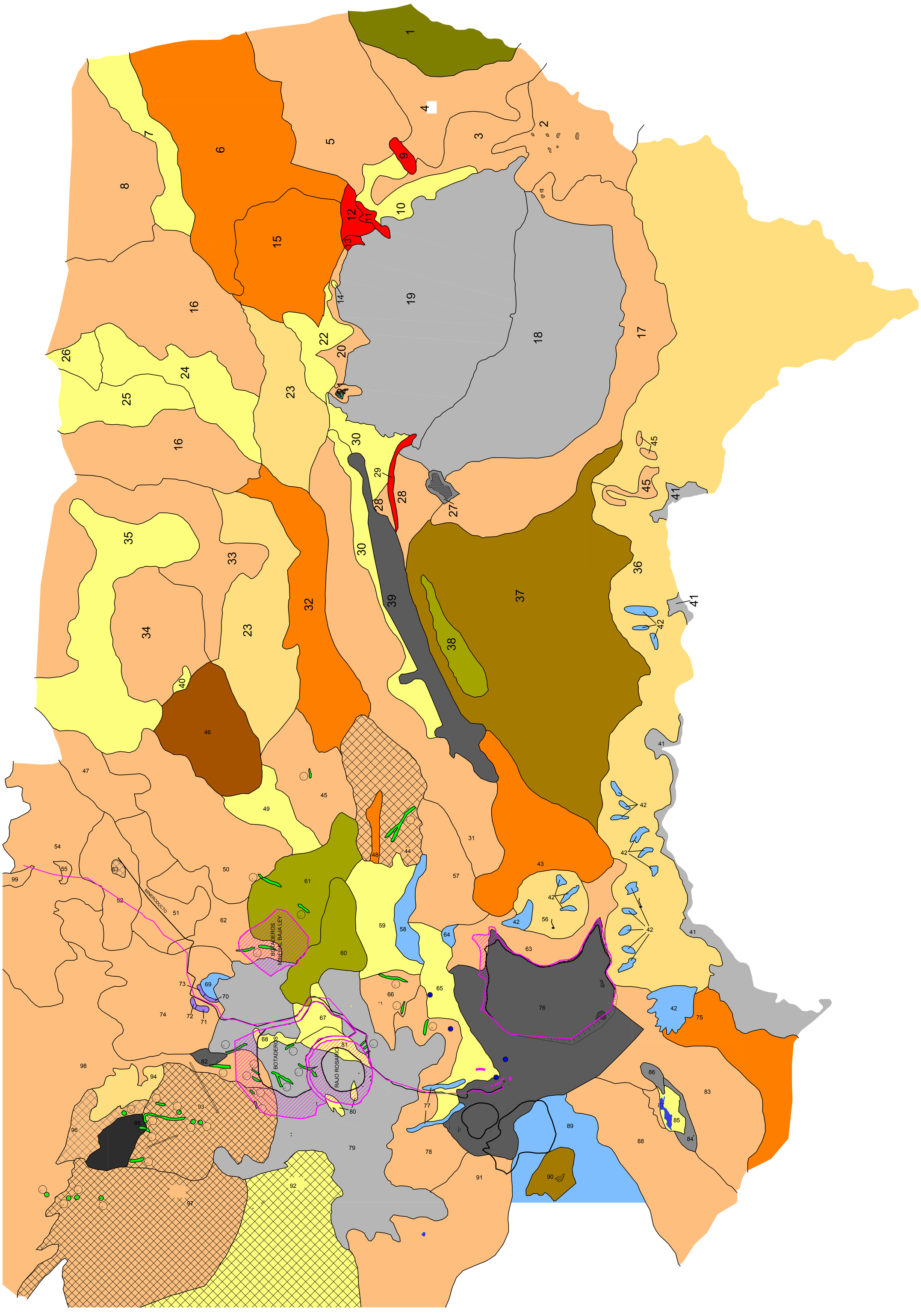
Se indica, para cada componente, el ámbito del impacto o efecto potencial, es decir, la extensión territorial donde el impacto puede manifestarse (local, regional o nacionalmente). El ámbito local se refiere a las áreas de influencia directas. El ámbito regional se refiere a la Primera Región, particularmente a los aspectos socioeconómicos y viales. Se califica la relevancia de cada componente ambiental dentro del ámbito del impacto (relevancia muy alta, alta, moderada o baja), es decir, se indica una medida de la importancia del recurso o

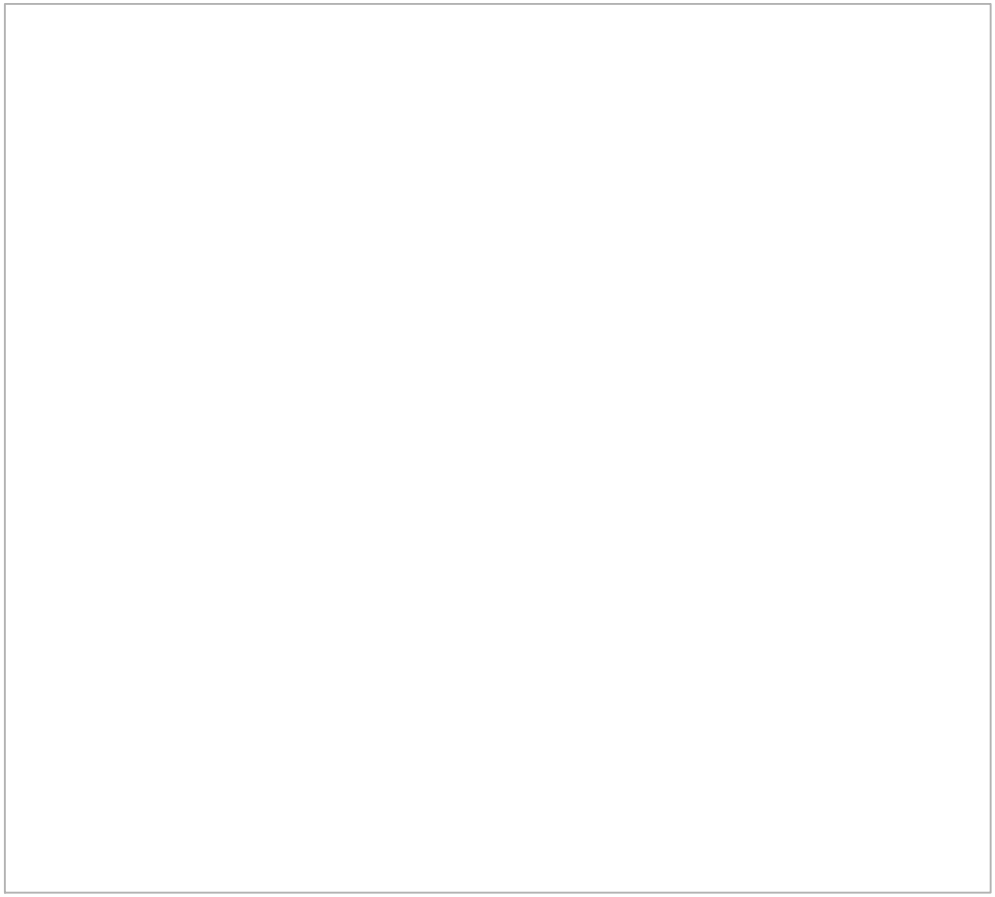
elemento, en función de su calidad actual, relevancia para otros componentes, escasez o abundancia, etc.

Luego se proporciona una calificación del impacto (alto, moderado o bajo). Esta evaluación se basa en el grado de afectación del componente ambiental (a partir de los cálculos, modelamientos y trabajos de superposición cartográfica presentados en secciones previas), y considera la relevancia del componente. Se indica, además, si el impacto es reversible o no en el tiempo. Finalmente, en los casos en que existen normas o estándares numéricos (como en calidad del aire, ruido y calidad del agua), se señala si el proyecto cumple con los límites establecidos.


51
53
52
62
61
3
4
59
57
43
42
42
56
58
64
60
63
5
65
74
69
73
70
72
71
98
6
7
66
76
67
8
68
81
10
9
11
12
82
13
14
94
15
18
16
93
80
77
79
17
89
78
91
90


MINERODUCTO
ROTACIONES MINERALES, S.A.U.U.Y
ROTACIONES
HALO ROMANA
1
2
3
4 al 15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85


MINERODUCTO
BOTADEROS MINERA BAJA LEY
BOTADEROS
RAJO ROSARIO



Descensos previstos del agua subterránea al año 2029, considerando un aprovechamiento total de 80 l/s desde el Pit Ujina y desde el pozo RPW-3

(en rojo las isolíneas de igual descenso en metros, medida con respecto a la situación en 1990).



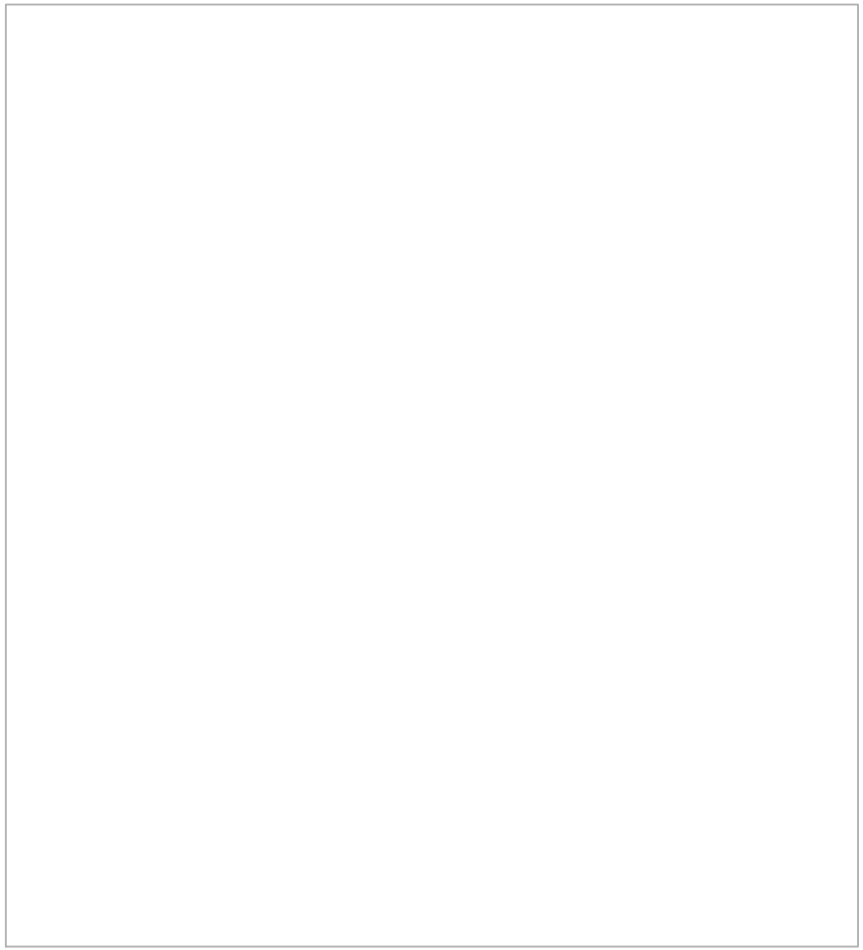
Variación del caudal de la vertiente Michincha, considerando una explotación de 80 l/s por CMDIC.

Fuente:

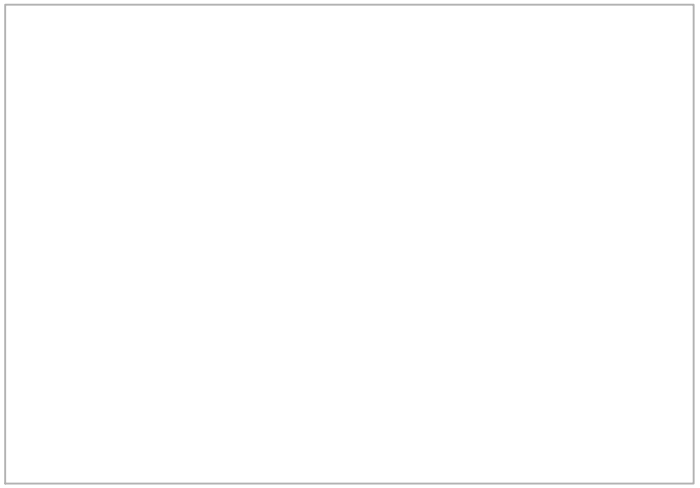
Modelación del Flujo de Aguas Subterráneas Sistema Acuífero
Cuenca Salar de Michincha, I Región, Chile.
GP Consultores Ltda. Diciembre 2000.

ACAD DLC- 215765.dwg

EFECTO DE EXTRACCIÓN DE AGUA
SUBTERRÁNEA EN LA VERTIENTE MICHINCHA
FIGURA 6.5



En líneas rojas se presentan los isodescensos (en metros) de la superficie del agua subterránea después de 25 años de bombeo de 867 l/s emn forma efectiva (fines del año 2000).



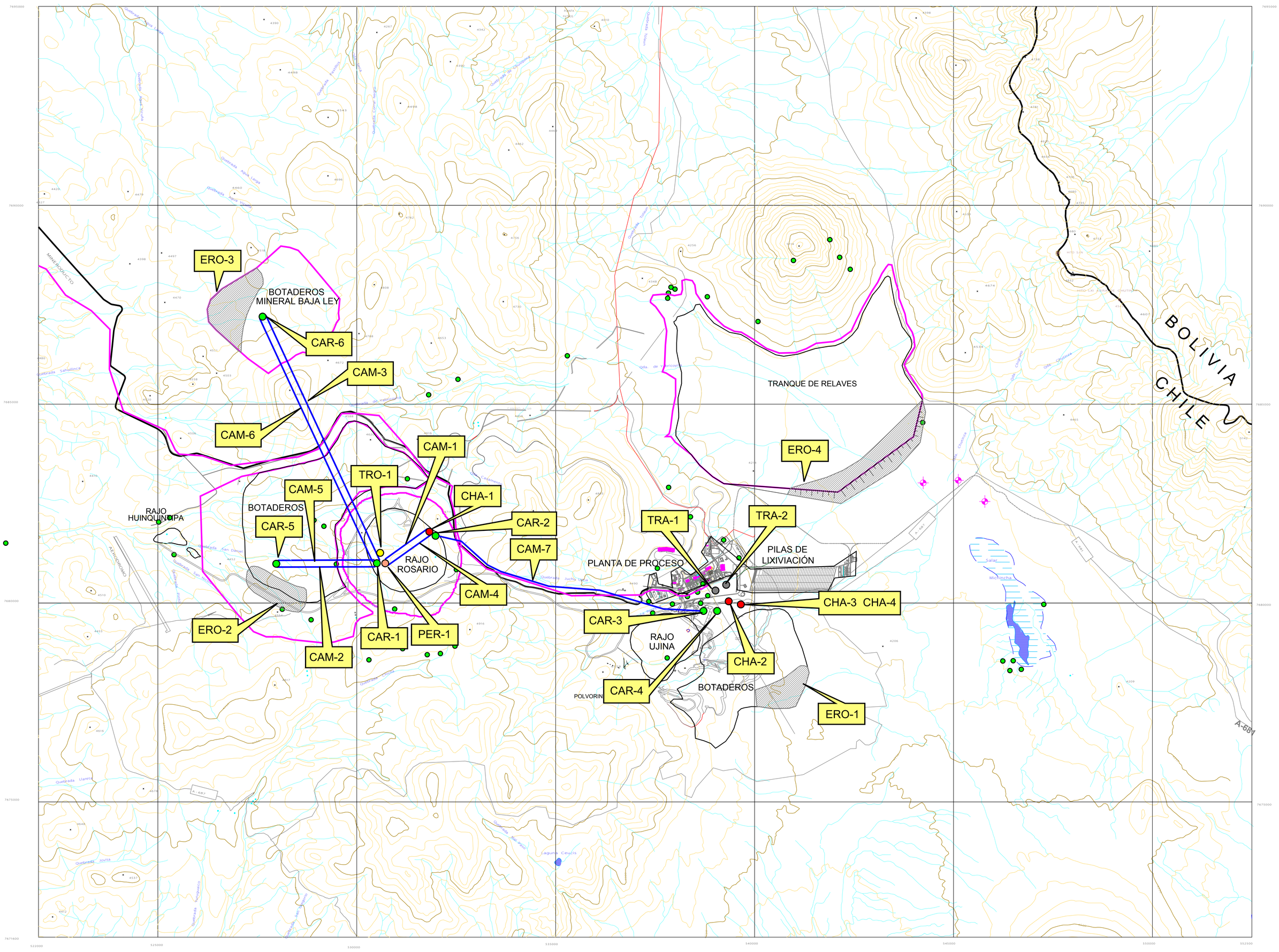
Caudal previsto de la vertiente de Jachucoposa entre los años 1990 y 2054.

Fuente:

Modelación del Flujo de Aguas Subterráneas Sistema Acuífero Cuenca Salar de Coposa, I Región, Chile.
GP Consultores Ltda. Diciembre 2000.

ACAD DWG: 215fig6.dwg

EFECTO DE EXTRACCIÓN DE AGUA
SUBTERRÁNEA EN LA VERTIENTE JACHUCOPOSA
FIGURA 6.4

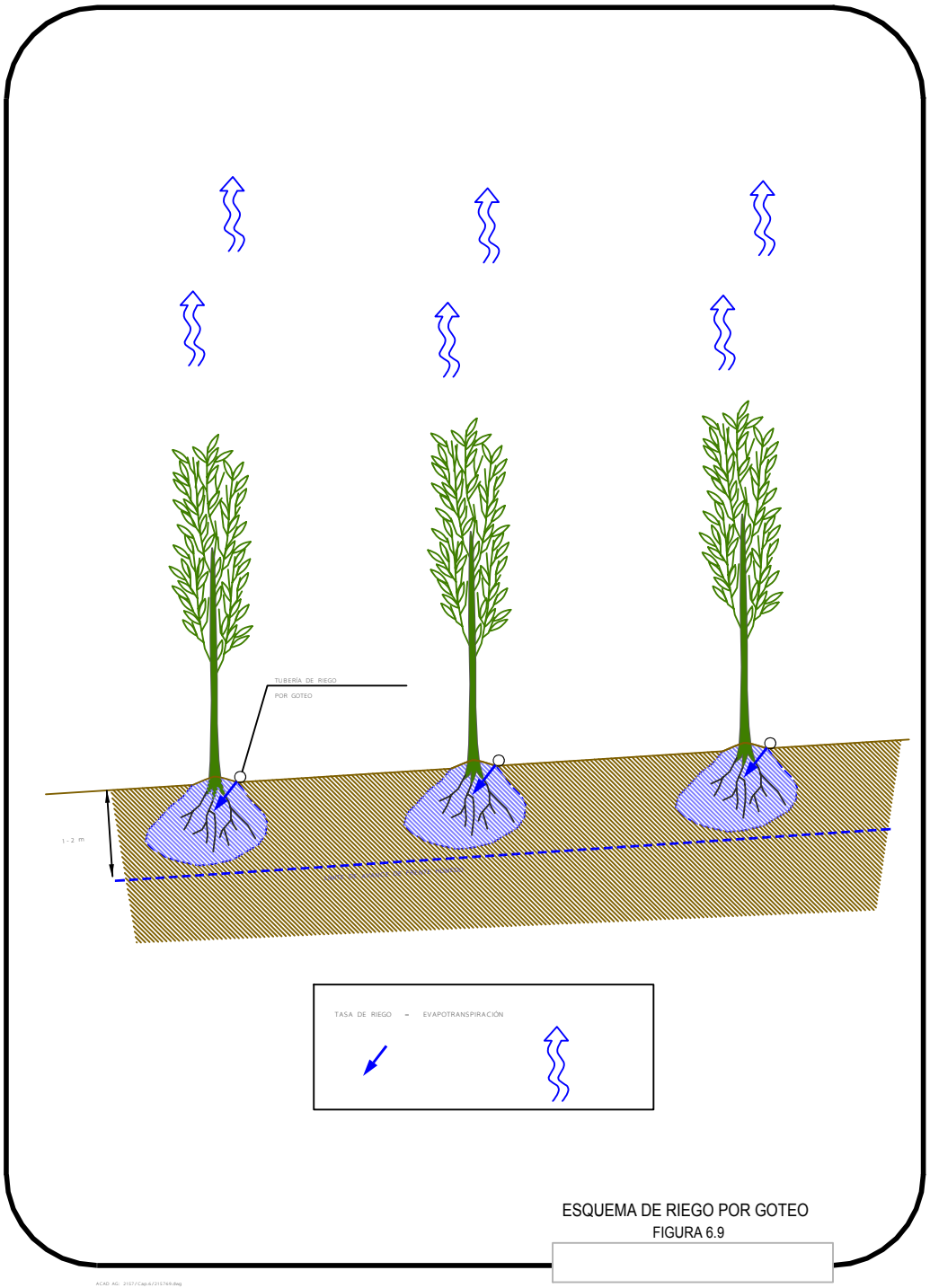

ERO-3
BOTADEROS
MINERAL BAJA LEY
CAR-6
CAM-3
CAM-6
CAM-1
TRO-1
CAM-5
CHA-1
BOTADEROS
CAR-5
CAR-2
CAM-7
RAJO
HUINQUINCHA
RAJO
ROSARIO
CAM-4
ERO-2
CAR-1
PER-1
CAM-2
TRANQUE DE RELAVES
ERO-4
TRA-1
TRA-2
PILAS DE
LIXIVIACIÓN
PLANTA DE PROCESO
CHA-3 CHA-4
CAR-3
RAJO
UJINA
CHA-2
CAR-4
BOTADEROS
ERO-1
BOLIVIA
CHILE
MINERODUCTO
AERÓDROMO
Quebrada Agua Larga
Quebrada Agua Salada
Quebrada Tatilluca
Quebrada Sahlullinca
Quebrada San Daniel
Quebrada San Ramón
Quebrada Juchu Inca
Quebrada Llareta
Quebrada Jovita
Quebrada Kenahuaico
Quebrada San Ramón
Laguna Ceucis
Salar
Michincha
A-681
A-687
7695000
7690000
7685000
7680000
7675000
7671600
522000
525000
530000
535000
540000
545000
550000
552500



FUENTES EMISORAS DE MAT

PROYECTO EXPAN

FIGURA 6.1



ESQUEMA DE RIEGO POR GOTEO

FIGURA 6.9

ACAD AG. 2157/Cap.6/215749.dwg

CAPÍTULO 7

PLAN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN, PREVENCIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES Y CONTINGENCIAS

7.1 INTRODUCCIÓN

El presente capítulo describe las medidas de carácter ambiental que considera aplicar Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi S.C.M. con el propósito que el Proyecto Expansión 110 ktpd Planta Concentradora Collahuasi se lleve a cabo de manera responsable, sustentable y compatible con el medio ambiente, logrando reducir los impactos potenciales y dando cumplimiento a las normas ambientales vigentes y a la Política Ambiental de Collahuasi.

En términos generales, la forma de lograr los objetivos anteriores incluyen, entre otras, las siguientes medidas y herramientas:

- Incorporar la variable ambiental en los diseños de obras, instalaciones y procesos
- Implementar un sistema administrativo de gestión ambiental
- Aplicar un reglamento interno de seguridad y protección del medio ambiente
- Capacitar periódicamente a los trabajadores respecto de la prevención de riesgos y protección del medio ambiente
- Control de las actividades productivas y extraproductivas
- Disponer de un adecuado plan de monitoreo e inspecciones, plan de prevención de riesgos y contingencias, gestión de residuos y de manejo de sustancias peligrosas.

Estas medidas y elementos de gestión ambiental forman parte de la actual operación de Collahuasi, lo que ha permitido desarrollar una operación ambientalmente segura y cumplir la normativa vigente. Como muestra, cabe mencionar que Collahuasi está en la fase final de certificación de los procesos productivos de Óxidos, Transporte de Concentrados e Instalaciones Portuarias según las normas ISO 14.001, habiendo ya cumplido exitosamente la fase de auditorías correspondientes. Esto demuestra que la compañía dispone de adecuados y efectivos sistemas de identificación y evaluación de impactos ambientales, planes de contingencias, auditorías internas y externas, así como un programa de capacitación en materias ambientales a su personal y a trabajadores de empresas contratistas.

El objetivo de Collahuasi es extender la aplicación de estas medidas y elementos de gestión al Proyecto Expansión 110 ktpd. En las secciones siguientes se indican y describen las medidas que son aplicables al proyecto de expansión. Las medidas están contenidas en los siguientes planes:

- Plan de Medidas de Mitigación de Impactos;
- Plan de Prevención de Riesgos Ambientales; y
- Plan de Contingencias Ambientales.

En la parte final de este capítulo se presenta la Política Ambiental de Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi S.C.M.

7.2 PLAN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

El Plan de Medidas de Mitigación describe las medidas consideradas en las etapas de diseño, construcción, operación y mantención de la actividad, tendientes a minimizar o evitar los efectos ambientales adversos del proyecto.

Los impactos ambientales potenciales del proyecto de expansión que se han identificado como relevantes y requieren medidas de mitigación específicas son los siguientes (ver Capítulo 6):

- Eventuales impactos a la comunidad y alteración transitoria de sistemas de vida en las localidades vecinas durante el período de construcción, particularmente en las localidades de Pica y Pozo Almonte, debido a la afluencia y estadía de trabajadores en ellas, y a los efectos causados por el tránsito de vehículos.

- Variación de los niveles freáticos en las cuencas de Coposa y Michincha, y eventualmente la reducción de caudales en las vertientes de los respectivos salares, producto de las captaciones de agua subterránea requeridas por el proyecto de expansión.

Además se debe considerar en este plan las medidas de mitigación ya incorporadas en la actual operación, y que resultan también aplicables al proyecto de expansión, para minimizar o evitar impactos asociados a emisiones, residuos e intervención de terrenos, entre otros.

7.2.1 Medidas de Mitigación Durante la Etapa de Construcción

Para evitar que durante el período de construcción la afluencia de trabajadores genere alteraciones sociales y molestias significativas en las localidades rurales y pueblos cercanos (como Pica y Pozo Almonte), Collahuasi contempla llevar a cabo las siguientes medidas:

- Se habilitará un completo campamento en el área del proyecto, capaz de albergar a la totalidad de los trabajadores de construcción y proporcionar todos los servicios necesarios para su estadía (esta medida además permite evitar tiempos de viaje extremadamente largos).

- Se dispondrá de buses para el transporte terrestre del personal, permitiendo que los trabajadores se trasladen directamente desde la faena hasta los principales centros urbanos de la Región, evitando detenciones en lugares donde no reside el personal. Las detenciones de los buses para recoger o dejar personas que vivan en localidades pequeñas serán breves, y no se contempla la bajada masiva de trabajadores durante estas detenciones.

- Se impartirán instrucciones específicas a los transportistas y contratistas de construcción, relativas a evitar la detención y estadía de trabajadores en las localidades, más allá de la capacidad de alojamiento que ellas ofrecen. En este mismo sentido, Collahuasi pretende colaborar con las autoridades locales, prestando todo el apoyo necesario para regular y limitar la afluencia de trabajadores en los poblados pequeños.

- En la construcción de la correa transportadora de 5 km de longitud entre el nuevo chancador primario y la planta concentradora, se dejarán habilitados atraviesos para la fauna en sectores de tránsito reconocidos.

7.2.2 Medidas de Mitigación en los Salares de Coposa y Michincha

El aumento del caudal de agua subterránea extraída desde la cuenca de Coposa y la incorporación de extracción de agua subterránea en la cuenca de Michincha generarán un crecimiento paulatino en los conos de depresión de las napas, considerando un horizonte de 25 años. Mediante herramientas numéricas y un modelo hidrogeológico se ha pronosticado una leve reducción de caudales en las vertientes de agua dulce que alimentan los sistemas de lagunas en los salares de Coposa y Michincha, hacia el final de la vida del proyecto (ver Capítulo 6).

Las siguientes medidas de mitigación se han considerado para minimizar este impacto, en el caso que los monitoreos efectuados efectivamente revelan una disminución en los caudales antes mencionados, atribuible a las captaciones:

- En primer término, se ha minimizado el requerimiento de nuevas captaciones de agua, mediante la reutilización del agua industrial en los procesos, principalmente a través de recirculaciones de agua en distintas etapas de la operación y la minimización de la evaporación de agua en el tranque de relaves.

- El proyecto de expansión considera aprovechar como agua industrial el agua que aflore al interior de los rajos, evitando así extraer un caudal equivalente desde los campos de pozos. Se ha estimado que en los rajos se captarán alrededor de 30 L/s de agua. Debido a la distancia que separa los rajos del Salar de Michincha, esta captación no ocasionará efectos notorios en los niveles y caudales del salar, tal como lo anticipa el modelo hidrogeológico aplicado.

- En la cuenca de Michincha se han seleccionado los pozos de captación más distantes de la vertiente que alimenta la laguna (pozos RPW-3 y P-4), en los cuales Collahuasi tiene derechos de aprovechamiento ya otorgados por la autoridad competente. De esta forma se minimizará el descenso de niveles cerca de la vertiente, y por lo tanto se minimizará la posible reducción de su caudal.

- Collahuasi continuará permanentemente con el monitoreo de niveles freáticos, niveles de lagunas y caudales de vertientes en los salares de Coposa y Michincha (ver Capítulo 8), tal como se efectúa en la actualidad, con el objetivo de verificar en el tiempo que las extracciones de agua subterránea no ocasionen abatimientos significativos. No obstante, en caso que se comience a detectar alguna tendencia decreciente en el caudal de las vertientes atribuible a la operación de Collahuasi (y no a fenómenos climáticos regionales), se procederá con una operación de recarga artificial de la vertiente afectada, supliendo el déficit de caudal. Para ello se extraerá un caudal adicional de agua desde el acuífero, de calidad similar al de la vertiente, y se conducirá y aplicará en el sector de afloramiento natural. Esta medida (eventual) se aplicará durante el tiempo que sea necesario hasta que se asegure una recuperación de los caudales naturales de las vertientes, con respecto a sus valores promedios históricos. Se hace notar que la mayor extracción de agua subterránea que implica esta medida no acentuará el impacto, debido a que se trata de caudales comparativamente menores (2 a 3 %).

7.2.3 Medidas de Mitigación y Protección Ambiental Actuales

En las secciones siguientes se resumen aquellas medidas de mitigación y protección ambiental consideradas en la actual operación de Collahuasi, las cuales se hacen extensivas al Proyecto Expansión 110 ktpd por resultar aplicables al mismo tipo de actividades y obras que involucra la expansión.

Medidas Generales

Las medidas generales de protección ambiental que aplica Collahuasi incluyen:

- Reglamento interno de seguridad y medio ambiente.
- Política y Reglamento Ambiental para Contratistas.
- Circulación de publicaciones internas de la empresa y dictación de charlas educativas y exposiciones a los trabajadores, incluyendo temas relacionados con el medio ambiente.
- Control de las actividades extraproductivas.
- Inclusión en los contratos con proveedores y subcontratistas de procedimientos de protección ambiental y prevención de riesgos.

Medidas Generales de Mitigación en la Etapa de Construcción

Las siguientes medidas se adoptarán para minimizar el impacto que implican los trabajos de construcción, las cuales fueron aplicadas con éxito durante la fase de construcción anterior:

- Se planificarán y controlarán los trayectos y rutas internas para el tráfico de camiones, maquinaria pesada y vehículos en general, evitando alteraciones innecesarias de terrenos.

- Prohibición de circular fuera de las pistas habilitadas

- Los caminos y rutas de uso común por los vehículos de construcción serán humectados con una frecuencia tal que asegure la minimización de las emisiones de polvo.

- Se definirán, regularán y controlarán los sitios destinados al almacenamiento temporal y disposición transitoria de materiales y residuos de construcción en los lugares de trabajo, de acuerdo a su clasificación establecida.

- El mineroducto será construido en base a tramos cortos, de manera que la excavación de la zanja y el frente de trabajo no impidan el desplazamiento de la fauna que pudiese estar presente en el sector. En caso que ello no sea suficiente, se habilitarán sectores de tránsito para el paso de animales a lo largo del corredor del mineroducto.

- En el sector de Punta Patache la extracción de áridos para la construcción y la depositación de excedentes de los movimientos de tierra no se realizarán en la zona costera comprendida entre Caleta Cáñamo y Punta Negra.

Medidas de Abatimiento de Emisiones de Polvo

Collahuasi ha incluido en el diseño de las nuevas instalaciones y obras las medidas de abatimiento de emisiones de material particulado que operan actualmente, de modo de minimizar el efecto en la calidad del aire. Estas medidas incluyen:

- Humectación de caminos y rutas de tierra de alto tráfico, principalmente en los sectores de acceso a la mina y botaderos de estéril.
- Instalación de cubiertas en las correas transportadoras de mineral.
- Implementación de sistemas de supresión de polvo (rociadores y filtros de manga) en chancadores y harneros.
- Aplicación de neblina de agua en puntos de transferencia de mineral.
- Acopios cubiertos para el mineral a tratar.
- En el terminal de embarque el galpón de almacenamiento será ampliado manteniendo un recinto cerrado con presión negativa y sistema colector de polvo.
- Las instalaciones y operaciones de embarque no sufren modificaciones. Se mantiene el diseño que considera correas encapsuladas y sistema de chute telescópico que se introduce en la bodega de los barcos, evitando las emanaciones de concentrado.

Medidas para Optimizar el Uso de los Recursos Hídricos

El principal consumo de agua de proceso se produce por las pérdidas que se generan en el tranque de relaves debido a la evaporación y la humedad residual que queda retenida en los relaves. Las medidas que se aplican al respecto para minimizar estas pérdidas y aprovechar al máximo los recursos hídricos son las siguientes:

- En los sectores de contacto de la laguna de clarificación del tranque con terrenos de alta permeabilidad se instalan membranas o carpetas impermeables para evitar la infiltración y la consecuente pérdida de agua hacia el subsuelo.

- En la base del muro de arenas del tranque existe un sistema de drenaje que permite captar y recircular las aguas que se pueden infiltrar a través del muro, devolviéndolas a la cubeta.

Por otra parte, la apertura y profundización del rajo Rosario, ubicado en la cabecera de la subcuenca de la Quebrada Huinquintipa, puede generar un efecto de drenaje por afloramiento del agua subterránea en las paredes y fondo del rajo, atrayendo flujos y abatiendo los niveles de agua subterránea circundante. Consecuentemente puede eventualmente afectar el caudal superficial de la quebrada. El proyecto original contempla la siguiente medida de mitigación al respecto:

- Recargar artificialmente, con aguas de calidad similar, el cauce de la Quebrada Huinquintipa con agua fresca extraída de pozos, de modo de mantener el flujo superficial dentro de los rangos normales. Esta acción se hará efectiva siempre y cuando los monitoreos de caudal de la quebrada demuestren la ocurrencia de un efecto adverso.

Medidas para Evitar Impactos en la Flora y Fauna

Con el fin de minimizar los eventuales efectos adversos sobre la flora y fauna, tanto terrestre como acuática, Collahuasi aplica las siguientes medidas, extensibles al proyecto de expansión:

- Está prohibida la introducción de animales domésticos al área del proyecto y campamento.

- Los sectores de interés, como por ejemplo la Laguna Jachu-Coposa, cuenta con la señalética adecuada previniendo acciones que pudieran afectar a la biota existente.

- Se ha desarrollado un proyecto de reforestación con especies de "queñoas", *Polylepis tarapacana*, el cual ha partido con la reproducción exitosa de ejemplares en invernadero.

- Collahuasi lleva a cabo investigaciones de vegetación y fauna, particularmente asociada al área de vegas y bofedales del área Mina-Planta, para evaluar científicamente la factibilidad de repoblación y aumento de extensiones de hábitats.

- El mineroducto se encuentra enterrado y se opera en forma remota y automatizada, sin presencia permanente de trabajadores en el trazado.

Medidas Consideradas para los Aspectos Arqueológicos

De acuerdo a lo señalado en los Capítulos 5 y 6 de este EIA, las áreas que ocuparán las nuevas instalaciones y obras afectarán sitios arqueológicos reconocidos. Los sitios han sido identificados y caracterizados como parte del EIA del Proyecto Collahuasi original. Estos sitios corresponden al Sitio CO-41 y CO-42, ambos del sector San Nicolás; Sitio CO-46, CO-47 y CO-50, CO-51, CO-52, CO-53, CO-54, CO-55, CO-56, CO-60, CO-61, CO-62, CO-63, CO-64, CO-65, CO-66, CO-67 y CO-68 del sector Collahuasi; Sitio CO-69 del Sector Michincha; y el Sitio CO-78 y CO-80 del Sector Pabellón del Inca.

Collahuasi realizará labores de investigación, reconocimiento y rescate en cada uno de estos sitios con las debidas autorizaciones a que hace mención la Ley Nº 17.288 y su Reglamento.

No obstante lo anterior, como medida de protección del patrimonio cultural, el proyecto tiene contemplado aplicar la siguiente medida durante el período de construcción:

- En caso de presentarse algún hallazgo arqueológico durante la ejecución de excavaciones o movimientos de tierra en las áreas de trabajo (incluyendo el trazado del mineroducto), se detendrán inmediatamente las faenas o actividades que se estén realizando en el lugar del hallazgo. El hecho se comunicará a las autoridades pertinentes y se requerirá la elaboración de un plan de acción por parte de un arqueólogo, definido por el Consejo de Monumentos Nacionales, el cual será presentado a la autoridad para su revisión y aprobación. Luego se ejecutará el plan aprobado por la autoridad.

- En la construcción de los nuevos caminos internos se contará con la participación de especialistas para asegurar que los trazados definitivos no afecten sitios arqueológicos.

Medidas Consideradas para los Aspectos Socioeconómicos

Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi S.C.M. está comprometida con el desarrollo profesional y el mejoramiento de la calidad de vida de las personas de la I Región de Tarapacá, demostrándolo con acciones concretas durante sus casi tres años de operación. Un ejemplo de esto ha sido la creación del Centro Tecnológico Minero en la ciudad de Iquique.

Recientemente la compañía se ha comprometido a otorgar 20 becas cada año para jóvenes de la comunidad que deseen realizar estudios y capacitación en dicho centro. El compromiso incluye la preferencia en la contratación de aquellos alumnos que aprueben

los cursos, de tal forma que se incorporen a la compañía y puedan desempeñarse y desarrollarse profesionalmente en las operaciones de Collahuasi.

Collahuasi ha estado apoyando permanentemente a las instituciones de educación, preferentemente en las comunas de Pica y Pozo Almonte, tanto en soporte de equipamiento como oportunidades de continuar sus estudios en el CTM. En la localidad de Huatacondo se está elaborando, en conjunto con la comunidad, un proyecto de desarrollo agrícola, el cual permitirá estudiar posibilidades de reinserción laboral para los habitantes del sector.

Los ejemplos de las actividades antes mencionadas muestran claramente la preocupación y aportes que Collahuasi ha materializado en las comunas en donde opera, lo cual se mantendrá de la misma forma, apegado a la aplicación de las políticas diseñadas para tales fines.

7.3 PLAN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES

El Plan de Prevención de Riesgos describe los criterios de diseño y las medidas operacionales que se llevarán a acabo para asegurar la minimización de la ocurrencia de incidentes que pudiesen afectar al medio ambiente.

Los riesgos ambientales que se han identificado como relevantes y requieren medidas de prevención específicas en el proyecto de expansión son los siguientes:

- Riesgo de vertimiento o derrame de sustancias peligrosas durante su transporte a la faena o en ésta.
- Vertimiento o derrame de pulpas y/o líquidos de proceso en las nuevas instalaciones de molienda y flotación.
- Generación y eventual infiltración de drenajes acidificados en los nuevos botaderos de estéril.
- Aumento de la tasa de infiltración de aguas de relaves bajo el tranque.
- Problemas de conducción de concentrado en el mineroducto, con riesgo de derrame del producto.

- Riesgo de vertimiento accidental de concentrado durante el embarque en Punta Patache.

- Infiltraciones de aguas en la nueva piscina de evaporación en el sector de Punta Patache.

Además se presentan en este plan las medidas de prevención ya incorporadas y actualmente en aplicación, y que resultan procedentes para el proyecto de expansión para conseguir los objetivos planteados.

7.3.1 Prevención en el Transporte de Sustancias Peligrosas

El transporte de sustancias peligrosas se ajustará a la legislación vigente y a las exigencias que actualmente aplica Collahuasi a los transportistas y contratistas.

Las sustancias con características de peligrosidad asociadas al proyecto de expansión son las siguientes:

Sustancia / Producto	Cantidad Mensual Transportada
Cal Viva (80% CaO libre)	3.575 t
Colector IsoButil Xantato de Sodio (SF-114)	44 t
Colector Isopropil Xantato de Sodio (SF-113)	66 t
Espumante Metil Isobutil Carbinol (MIBC)	45 t
Espumante Eter Metílico de Polipropileno Glicol (DF-250)	32 t
Floculante Poliacrilamida Aniónica	37 t
Diluyente, Solvente Orgánico	69 t

A continuación se indican las medidas preventivas que se consideran para el transporte de sustancias peligrosas, las cuales se ajustan a la normativa vigente. Las medidas se refieren a los siguientes aspectos:

- medidas generales
- obligaciones del transportista
- vehículos y equipamiento
- carga, acondicionamiento, estiba, descarga y manipulación de sustancias
- circulación y estacionamiento de vehículos
- medidas especiales para el transporte de combustibles.

Medidas Generales

- Collahuasi exige por medio de los contratos de servicios que las empresas a cargo del transporte de combustibles, explosivos y sustancias peligrosas en general, cuenten con un *Programa de Seguridad y Prevención de Riesgos*, ajustado a la normativa vigente, para prevenir derrames, filtraciones o cualquier situación de riesgo durante el transporte a la faena. La empresa exige que los transportistas dispongan de equipamiento y procedimientos para atender los eventuales accidentes que pudieran ocurrir en la ruta durante el transporte.

- Los conductores de los vehículos de transporte deben contar con capacitación en el manejo y manipulación de las sustancias que transportan, así como en procedimientos de primeros auxilios y control de eventuales derrames.

- Las empresas que efectúen estas labores deben contar con los permisos correspondientes otorgados por la autoridad competente en cada caso.

- Los camiones deben contar con comunicación por radio, equipo de primeros auxilios, equipo de emergencia (palas, elementos absorbentes, extintores de fuego, elementos de protección personal como guantes, antiparras, casco, etc., según corresponda).

- Collahuasi controla periódicamente el cumplimiento de estas medidas.

Obligaciones del Transportista

El transportista no puede recibir las mercaderías sin que el expedidor de la carga le haga entrega de:

- Guía de Despacho o Factura con el detalle de los productos peligrosos a transportar, con su respectiva clasificación y número de Naciones Unidas.
- Cartilla de Seguridad de Materiales (Material Safety Data Sheet, MSDS).
- Manual de emergencias según NCh 2245/Of.93.
- Identificación de los productos o sustancias peligrosas mediante etiquetas y marcas.

Medidas para Vehículos y Equipamiento

- Los camiones deben contar con tacógrafo o instrumento computacional para registrar la velocidad y distancia recorrida, cuyos registros quedan en poder del empresario de transporte o transportista, a disposición del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, de Carabineros de Chile, del expedidor y destinatario.

- La antigüedad de los vehículos no puede ser mayor que 15 años, y deben estar dotados con sistemas de frenos, luces y suspensión adecuados.

- Durante las operaciones de carga, transporte, descarga, transbordo y limpieza, los vehículos portan los rótulos a que se refiere la Norma Chilena Oficial NCh 2190/Of.93, los que son fácilmente visibles por personas situadas al frente, atrás o a los costados de los vehículos.

Medidas para Carga, Acondicionamiento, Estiba, Descarga y Manipulación de Sustancias

- Las sustancias peligrosas a granel o envasadas deben estar adecuadamente acondicionadas al interior del contenedor, de forma de soportar los riesgos de carga, transporte, descarga y transbordo.

- Los estanques, cajas y envases deben estar marcados y etiquetados de acuerdo con la correspondiente clasificación y tipo de riesgo, de conformidad con lo establecido en la Norma Chilena Oficial NCh. 2190/Of.93.

- El motor del vehículo debe estar detenido mientras se realizan las operaciones de carga y descarga.

Medidas para Circulación y Estacionamiento de Vehículos

Previo a la realización de los viajes para transportar sustancias peligrosas, la empresa transportista, en Conjunto con Collahuasi, debe realizar las siguientes actividades:

- Reconocimiento y análisis en terreno de las rutas, calles, avenidas e intersecciones importantes por las cuales transitarán los camiones cargados, de manera de conocer preventivamente las condiciones físicas que reúnen las vías normales o habituales, así como las alternativas para casos de interrupción o cortes en la ruta normal.

- Análisis cualitativo de la situación operacional de las rutas involucradas en el transporte, de manera de definir períodos de punta u horarios de mayor circulación que deban evitarse.

- Selección de las vías existentes que presenten mejores condiciones físicas y operacionales conforme a los criterios referidos.

- El estacionamiento de los vehículos se debe efectuar en áreas previamente establecidas y, en ausencia de éstas, se debe evitar el estacionamiento en zonas residenciales, lugares públicos o de fácil acceso, al igual que zonas densamente pobladas o de gran concentración de personas o vehículos.

Medidas Especiales para el Combustibles, Aceites y Lubricantes

- El transporte de combustibles se realiza en camiones especialmente diseñados para tal efecto. Los aceites y lubricantes son transportados en contenedores o camiones cerrados.

- Las válvulas de los camiones estanques están diseñadas para impedir las filtraciones en la eventualidad de volcamientos.

- Cada camión estanque está equipado con una válvula de seguridad, además de las válvulas de operación normal indicadas. Las válvulas de emergencia deben estar diseñadas para permanecer cerradas, salvo operaciones de carga y descarga. Además, dichas válvulas deben contar con un control de accionamiento secundario para el cierre en el evento de un incendio.

- Todas las conexiones deben estar provistas de protecciones para que en la eventualidad de un volcamiento se minimice el riesgo de filtraciones o derrames.

7.3.2 Prevención de Propagación de Vertimientos o Derrames Generados en los Procesos

Para evitar la propagación al ambiente de eventuales derrames de líquidos o pulpas desde celdas y estanques de proceso, así como desde tuberías debido a fisuras o roturas mayores, los diseños de ingeniería incluyen las siguientes medidas preventivas:

- Edificios de proceso con piso de hormigón con pendiente hacia canaletas y sumideros de acumulación y recirculación de productos y/o sustancias mediante bombas de piso.

- Grupos electrógenos diesel para abastecimiento de equipos críticos durante cortes de energía.

- Sistemas de bombas en paralelo con accionamiento automático en caso de falla de bombas.

- Se efectúan revisiones visuales periódicas de los tramos de cañerías de proceso dispuestas en áreas descubiertas, de acuerdo a procedimientos establecidos.

- Los estanques de almacenamiento de solventes y combustibles son dispuestos en recintos dotados de diques con pretiles para contener el 100% del volumen del estanque con mayor capacidad.

7.3.3 Prevención y Control de la Generación de Drenajes Acidificados

Parte de la roca estéril y mineral de baja ley de los yacimientos podría tener potencial de generar drenajes de agua con una tasa de acidez mayor que la correspondiente a valores neutros, si quedan expuestas a oxidación con el oxígeno del aire y posterior lavado con aguas lluvia o escurrimientos superficiales. A fin de prevenir esta situación en los botaderos de estéril y depósitos de minerales de baja ley, el proyecto aplicará las siguientes medidas contempladas en el proyecto original:

- En la base de los depósitos y botaderos que reciben roca con potencial de generar drenajes ácidos se coloca previamente una capa de material neutro (sin potencial de generar acidez), específicamente en los sectores de quebradas y/o áreas de afloramiento de aguas subterráneas, donde las aguas pueden entrar en contacto con el material dispuesto. De esta forma se evita que la roca ácida potencialmente oxidada sea lixiviada por los escurrimientos de agua. Este material actúa además como neutralizante ante el eventual flujo de agua ácida.

- Se lleva a cabo un monitoreo preventivo permanente de calidad del agua, específicamente en la Quebrada Huinquintipa, la cual recibirá las aguas que se generen en el sector del depósito destinado al material estéril del rajo Rosario, esto podrá incluir monitoreos de agua subsuperficial y subterránea al pie del botadero, mediante calicatas y/o pozos.

- Se implementará un monitoreo preventivo permanente de calidad del agua, específicamente en la quebrada que recibe las aguas que se generan en el sector aledaño al depósito destinado al material de baja ley.

- En forma adicional, para asegurar el óptimo control y manejo adecuados de estos eventuales drenajes de los botaderos situados en zonas cercanas a la Quebrada Huinquintipa, se habilitarán diques o canales revestidos para interceptar y desviar las aguas superficiales drenadas desde los botaderos hacia piscinas de acumulación totalmente impermeabilizadas. El manejo del agua acumulada se describe más adelante en la sección 7.4.3 del Plan de Contingencias.

7.3.4 Prevención de Efectos Adversos por Infiltración de Aguas de Relaves

A fin de minimizar las infiltraciones de agua que puedan provenir del tranque de relaves y con ello asegurar la protección de la calidad de los cursos de aguas superficiales o subterráneas, Collahuasi ha incorporado las siguientes medidas en el desarrollo y operación de esta obra:

- En los sectores de contacto de la laguna de clarificación con terreno natural de alta permeabilidad se dispone la colocación de una membrana impermeable, evitando de esta manera que el agua percole hacia el subsuelo y eventualmente hacia la napa subterránea.

- Las aguas de consolidación de los relaves, junto a las aguas de las arenas que se utilizan para construir el muro principal, son interceptadas y capturadas a través de la operación de un sistema de drenaje instalado en toda la base del muro, desde donde son recirculadas al proceso, evitando que puedan infiltrarse hacia el subsuelo.

- Se considera un monitoreo preventivo de la calidad de las aguas subterráneas en el entorno del tranque de relaves, mediante la construcción y habilitación de pozos de monitoreo. Según las estimaciones contenidas en el Estudio de Impacto Ambiental aprobado por la COREMA Primera Región de Tarapacá en el año 1995, no se prevé un efecto adverso significativo producto de las infiltraciones no interceptadas que se pudieran generar en la base del depósito. En caso que el monitoreo evidencie una tendencia creciente de sulfatos, cobre u otro elemento indicador atribuible a los relaves, se procederá según lo indicado más adelante en la sección 7.4.4 del Plan de Contingencias.

7.3.5 Medidas de Seguridad en el Mineroducto

Las siguientes medidas de seguridad han sido incorporadas en el diseño y operación del mineroducto actual y serán aplicadas al nuevo ducto de conducción de concentrado entre la planta de flotación y las instalaciones portuarias de Punta Patache:

- La tubería considerada estará revestida interiormente con poliuretano de alta densidad o material similar para evitar la corrosión y desgaste.

- El mineroducto contará con un total de cuatro estaciones de válvulas, o disipadoras de energía, más dos estaciones de monitoreo continuo, para asegurar que éste opere dentro de rangos adecuados de presión.

- Se operará un sistema automático de medición de flujo y presión en el ducto para detectar eventuales fugas o pérdidas de producto. Este sistema permitirá accionar automáticamente los dispositivos de emergencia para detener la impulsión de concentrado y vaciar la tubería.

- Se habilitarán cuatro piscinas de seguridad a lo largo del trazado del mineroducto para recibir el producto eventualmente vaciado de la tubería durante un evento de emergencia. Cada piscina tendrá capacidad para contener el doble del volumen del tramo inmediatamente aguas arriba.

- Se efectuarán inspecciones preventivas periódicas de la tubería en todo su recorrido, tal como se efectúan en la actualidad.

7.3.6 Prevención de Vertimientos Accidentales Durante el Embarque de Concentrado

Para prevenir eventuales vertimientos de concentrado durante la operación de embarque en Punta Patache, el terminal mecanizado incluye las siguientes medidas:

- Correas transportadoras completamente encapsuladas, de modo que ante cualquier desperfecto en su funcionamiento que implique algún desborde o derrame de concentrado, éste quede contenido dentro de la estructura de confinamiento.

- Chute o cargador telescópico de extensión variable capaz de disponer el concentrado dentro de las bodegas de los buques, evitando la posibilidad de vertimientos accidentales por desplazamiento de las naves o maniobras imprecisas, y la emanación del material particulado por efecto de la acción del viento.

7.3.7 Prevención de Infiltraciones de Agua de las Piscinas de Evaporación

Para prevenir la infiltración de las aguas de las piscinas de evaporación al subsuelo, el diseño contempla las siguientes medidas:

- La piscina de evaporación contará con una membrana o carpeta impermeable en la totalidad de su base y en el perímetro de los diques, debidamente instalada para evitar roturas en ella. Esto significa que la piscina estará totalmente impermeabilizada.

- La piscina contará además con un sistema de detección de humedad en el perímetro aguas abajo, conectado a un sistema de alarma que permita detectar eventuales roturas de la membrana y proceder con las medidas de emergencia.

7.3.8 Medidas de Prevención Actuales

En las secciones siguientes se resumen medidas complementarias de prevención de riesgos ambientales presentes en la actual operación de Collahuasi, las cuales se hacen extensivas al Proyecto Expansión 110 ktpd por resultar aplicables al tipo de actividades y obras proyectadas.

Estabilidad de Taludes

- Los taludes de los botaderos y las paredes del rajo se han diseñado de tal forma de ser estables con factores de seguridad estáticos y dinámicos (para eventos sísmicos) superiores a 1,0 para los taludes globales. Collahuasi evalúa periódicamente la estabilidad de estas obras para verificar que su condición se ajuste a los diseños.

- En el diseño de las estructuras del Proyecto Expansión 110 ktpd se aplicarán criterios de sismorresistencia de acuerdo a estándares y metodologías actuales, dando total cumplimiento a las normas vigentes.

- Respecto del tranque de relaves, éste no experimentará modificaciones en sus taludes y sus propiedades resistentes producto de la nueva operación proyectada. El diseño de esta obra satisface criterios internacionalmente aceptados de sismorresistencia.

Control de Crecidas de Escurrimientos Superficiales

A objeto de prevenir la erosión hídrica de obras, arrastre de materiales de proceso o mineral, y en general cualquier efecto adverso producto de crecidas de los cursos superficiales de agua en épocas de lluvia, el proyecto incluye:

- Canales interceptores de escorrentías superficiales en el perímetro de las obras e instalaciones expuestas a tales escurrimientos, incluyendo los depósitos de estéril y el tranque de relaves. Las aguas son devueltas a su cauce natural (mediante obras de arte) aguas abajo de las instalaciones.

7.4 PLAN DE CONTINGENCIAS

El Plan de Contingencias contiene las medidas y acciones que Collahuasi adoptará para controlar y minimizar los efectos ambientales ante la eventual ocurrencia de situaciones naturales u operacionales, que pudieran exceder involuntariamente la capacidad de las medidas de prevención de riesgos descritas en la sección anterior. Tales situaciones corresponden a los riesgos ambientales potenciales identificados previamente, a saber:

- Vertimiento o derrame de sustancias peligrosas durante su transporte hacia la faena.
- Vertimiento o derrame de pulpas y/o líquidos de proceso en las nuevas instalaciones.
- Generación de drenajes acidificados en los botaderos de estéril y de mineral de baja ley.
- Aumento de la tasa de infiltración de aguas de relaves bajo el tranque.
- Problemas de conducción de concentrado en el mineroducto, con derrame hacia el ambiente.
- Vertimiento accidental de concentrado durante la operación de embarque en Punta Patache.
- Infiltraciones de aguas en la nueva piscina de evaporación en el sector de Punta Patache.

Las medidas y acciones de contingencia que se presentan a continuación para limitar y minimizar los efectos de situaciones accidentales o de emergencia en las nuevas instalaciones, corresponden a los planes que actualmente aplica Collahuasi en la operación

existente, y se han hecho extensivas a la operación ampliada por tratarse del mismo tipo de instalaciones, obras y operaciones.

7.4.1 Acciones Frente a Accidentes de Transporte de Sustancias Peligrosas

A los proveedores y transportistas de combustible se les exige contar con un Plan de Contingencias para actuar ante eventuales accidentes que impliquen derrame de productos o sustancias. Este plan es revisado y supervisado por los encargados de seguridad de Collahuasi y debe ajustarse a los requerimientos legales vigentes.

Ante una situación de accidente en el transporte que implique un derrame o vertimiento de sustancias peligrosas para el ambiente, está previsto proceder de la siguiente forma general:

- El conductor del vehículo está entrenado para aplicar las primeras medidas de control de la emergencia, incluyendo la notificación a Collahuasi y la empresa contratista, para que a su vez se comuniquen con las autoridades pertinentes en cada caso y así dar inicio a las medidas correspondientes. En caso que el conductor del vehículo accidentado no pudiera atender la emergencia, las primeras medidas serán aplicadas por otros conductores que se dirijan desde/hacia la faena.

- Se acudirá inmediatamente al sitio del accidente con los equipos y elementos adecuados para controlar la situación. Se prestarán las atenciones de primeros auxilios si hay personas afectadas y paralelamente de adoptarán las medidas necesarias para aislar el lugar del accidente y mantener el derrame fuera de cauces de agua (si los hay en el lugar).

- Se procederá al retiro de la sustancia derramada mediante palas, maquinaria pesada o bombas, según se requiera. La sustancia será almacenada temporalmente en estanques o recipientes seguros. Las sustancias se enviarán a la faena para proceder con su análisis y determinación del sitio y modo de tratamiento y/o disposición.

- La zona de derrame será limpiada completamente. El suelo contaminado será removido y manejado de igual forma que la sustancia recuperada.

- En la eventualidad que el derrame fuere significativo y alcance un curso de agua, se daría aviso a las autoridades pertinentes y se pondría en aplicación un monitoreo especial e intensivo de las aguas para evaluar el efecto causado en su calidad. El monitoreo se extendería temporalmente hasta que las condiciones naturales del agua se recuperen.

Collahuasi evaluará las causas del accidente y en función del análisis adoptará las medidas pertinentes para prevenir futuras situaciones de esa naturaleza.

7.4.2 Acciones Frente a Vertimientos o Derrames Generados en los Procesos

Ante una situación de derrame desde estanques de almacenamiento o celdas de proceso, o cualquier instalación relacionada con pulpas y líquidos de proceso, combustibles e insumos en general, está previsto proceder de la siguiente forma:

- En primer lugar se interrumpirá la fuente de alimentación o carga de la pulpa o líquido de proceso mediante el cierre de válvulas o corte de bombas impulsoras. Esta acción será ejecutada desde la sala de control o directamente por el personal de inspección, según sea el caso.

- Inmediatamente se acudirá al sitio afectado para adoptar las medidas necesarias para mantener el derrame confinado dentro de los edificios, sin extenderse hacia el ambiente. Si fuere necesario se habilitarían pequeños diques o canaletas en torno al derrame. Se debe considerar que la mayoría de las instalaciones estarán sobre piso de concreto con pendiente hacia una canaleta y sentina de recuperación de derrames, por lo que la posibilidad de afectar el ambiente es muy baja.

- Se procederá al retiro de la sustancia derramada mediante palas, maquinaria pesada o bombas, según se requiera. La sustancia será almacenada temporalmente en estanques o recipientes seguros. Si se trata de pulpas o líquidos de proceso aprovechables, éstos se recircularán a la etapa del proceso correspondiente; si se trata de sustancias líquidas o pulpas inutilizables, éstas se manejarán de acuerdo a su naturaleza (peligrosas o inocuas), haciendo uso de los medios e instalaciones existentes en la faena, incluyendo el depósito de residuos peligrosos.

- La zona de derrame será limpiada completamente. El suelo contaminado, en caso de existir, será removido y manejado de forma similar al producto derramado.

- En el caso particular de una fuga significativa de relaves desde la tubería o canaleta de conducción hacia el tranque de relaves, se detendrá inmediatamente su envío desde la planta de procesos. Luego se procederá a la recuperación del material y a la limpieza del lugar, enviando tanto los relaves como el suelo afectado al mismo tranque de relaves. La tubería o canaleta será reparada o repuesta en el tramo afectado, procediéndose a una investigación de la causa del incidente.

En todos los casos señalados, Collahuasi evalúa las causas del desperfecto o falla operacional o de equipos, y adopta las medidas pertinentes para prevenir futuras situaciones de esa naturaleza.

Ante una situación de rotura o filtración de tuberías de líquidos de proceso, combustibles e insumos en general, está previsto adoptar las siguientes medidas:

- Los derrames fluirán por gravedad por el piso de concreto hacia las canaletas y sentinas de intercepción y acumulación, desde donde serán retornados al proceso mediante bombas de piso.

- En caso de fugas en las cañerías exteriores, se accionarán válvulas para interrumpir el flujo y se procederá a la reparación de la cañería. Luego se procederá a la limpieza del terreno afectado.

En caso de derrames de combustibles o insumos desde estanques de almacenamiento está previsto adoptar las siguientes medidas:

- El producto derramado quedará retenido en el dique de contención.

- Se procederá a la reparación de la instalación. Si es necesario, el producto contenido en el dique de seguridad será enviado a un estanque auxiliar.

- Luego de solucionado el desperfecto se procederá al bombeo y almacenamiento del producto en el estanque.

7.4.3 Control de la Generación de Drenajes Acidificados

Los botaderos que eventualmente podrían drenar aguas acidificadas en la forma de flujo superficial, con algún tipo de riesgo de contaminación de cursos de agua, corresponden al botadero de estéril del rajo Rosario, ubicado en la cabecera de la Quebrada Huinquintipa, y al botadero de mineral de baja ley. Los demás botaderos se ubican en sectores no expuestos a flujos superficiales.

En el sector de la Quebrada Huinquintipa está contemplado interceptar los drenajes y escorrentías, y acumular dicho volumen en piscinas totalmente impermeabilizadas para así poder monitorear su calidad. Si se detecta acidez, las aguas serán enviadas al proceso para su utilización. En reemplazo, se dispondrá agua de buena calidad en la Quebrada Huinquintipa, con un caudal equivalente al desviado al proceso. Esta agua de reposición se

obtendrá desde el sistema de abastecimiento de agua fresca de Collahuasi. Esta medida tiene por objetivo asegurar que el recurso de esta quebrada no se afecte con el proyecto.

El escurrimiento superficial de la quebrada en donde se ubicará el botadero de mineral de baja ley se ubica en una cuenca diferente a la Quebrada Huinquintipa, y drena hacia el sector nor-poniente. En este caso está contemplado interceptar los drenajes y escorrentías, y acumular dicho volumen en piscinas totalmente impermeabilizadas para así poder monitorear su calidad. En caso de detectarse acidez, las aguas serán enviadas al proceso para su utilización.

Para la realización de todas estas obras, Collahuasi presentará el respectivo proyecto de ingeniería a la Dirección General de Aguas Regional.

7.4.4 Aciones para Evitar la Propagación de Infiltración de Aguas de Relaves

Las acciones de contingencia para evitar que las infiltraciones de aguas de relaves afecten significativamente la calidad de las aguas subterráneas se adoptarán en caso que el monitoreo preventivo en pozos ubicados en el entorno del tranque de relaves evidencie una tendencia creciente de sulfatos, cobre u otro elemento indicador atribuible a los relaves.

El plan se ejecutará antes que las concentraciones medidas en los pozos de monitoreo alcancen los niveles de las normas vigentes de calidad del agua, o produzcan incrementos significativos respecto de los niveles basales en aquellos parámetros que en forma natural exceden las normas.

Si se detecta un posible impacto en las aguas, se procederá de la siguiente forma general:

- Se instalarán bombas de pozo profundo en los propios pozos de monitoreo, capaces de interceptar las infiltraciones y reenviarlas al tranque de relaves o directamente a la planta de procesos.

- Se evaluará la necesidad de instalar pozos de monitoreo adicionales que permitan verificar la efectividad de la medida anterior, aguas abajo.

- Los datos de bombeo y de medición de niveles freáticos se incorporarán en los modelos numéricos de simulación del acuífero que maneja Collahuasi, mediante el cual se verificará que el esquema de captación de las infiltraciones en los pozos permita generar una zona de captura completa en el perímetro de avance del frente de

infiltración. De resultar necesario, se incorporarán pozos de intercepción adicionales para asegurar tal objetivo.

- Como última medida se debe considerar que los pozos de captación de agua fresca que operen en la cuenca de Coposa, así como los nuevos pozos que se operarán en la cuenca de Michincha, permitirán capturar cualquier infiltración residual que no hubiere sido interceptada por el sistema anteriormente descrito.

7.4.5 Acciones ante Fallas o Roturas del Mineroducto

Ante la ocurrencia de una fuga en el mineroducto se tomarán las siguientes medidas:

- Se procederá a la paralización del sistema de bombeo en el área Mina-Planta.
- Se procederá a la apertura de las válvulas de vaciado del ducto en el tramo afectado y aguas arriba de él, todo ello mediante control remoto.
- El concentrado fluirá por gravedad hacia las piscinas de seguridad, donde quedará acumulado en forma segura.
- Se acudirá inmediatamente al sitio del derrame o fuga de concentrado con los equipos y elementos adecuados para controlar la situación. Se adoptarán las medidas necesarias para confinar el derrame de concentrado en el sitio de la rotura del ducto y mantenerlo fuera de cauces de agua, en el caso que los hubiere.
- Se procederá al retiro del concentrado derramado mediante palas o maquinaria pesada, y a su disposición en la piscina de acumulación más próxima o su envío directamente a la planta de procesos.
- La zona del derrame será limpiada completamente.
- El concentrado acumulado en las piscinas será cargado en camiones y reenviado al proceso una vez que se haya evaporado el agua.
- Paralelamente se procederá a la reparación del desperfecto o falla en el ducto y a la adopción de medidas preventivas adicionales, si ello es necesario.

7.4.6 Acciones ante Vertimientos Accidentales Durante el Embarque de Concentrado

Ante la eventualidad de un derrame accidental de concentrado al mar se procederá del siguiente modo:

- Se interrumpirá de inmediato la carga de concentrado, deteniéndose la correa transportadora.
- Se dará aviso a las autoridades marítimas correspondientes.
- Se evaluará la magnitud y características del derrame a objeto de definir las acciones de control y limpieza más adecuadas al caso.
- Paralelamente se hará un seguimiento de la calidad del agua de mar y sedimentos para establecer el grado del impacto, la evolución de la dispersión y la efectividad de las medidas de saneamiento que se apliquen.
- Se efectuarán las reparaciones pertinentes en el sistema de embarque y se tomarán las medidas preventivas que resulten necesarias para evitar incidentes similares en el futuro.

7.4.7 Acciones ante la Detección de Infiltraciones en la Piscina de Evaporación

En caso que el sistema de monitoreo de la piscina de evaporación del agua de filtración de concentrado detecte la aparición de infiltraciones del agua por una eventual rotura de la membrana, se procederá de la siguiente manera:

- Se vaciará la piscina dañada, enviando el agua hacia otra piscina disponible en ese momento.
- Se procederá a la reparación de la rotura o falla detectada.
- Se continuará con el monitoreo para verificar que el frente húmedo se detiene.
- Una vez resuelto el problema se reiniciará la operación de la piscina.

7.4.8 Acciones Frente a Desestabilización o Falla de Taludes

Ante una situación de falla de taludes o desprendimiento de material en los depósitos de estéril o el rajo de la mina está previsto proceder de la siguiente forma:

- Se evaluará la situación de estabilidad de los taludes afectados para asegurar que exista una condición estable antes que ingresen personas y equipos al sector afectado.
- Se procederá al reacondicionamiento del sector afectado mediante el uso de maquinaria pesada, hasta lograr una condición adecuada y segura.
- El material desprendido será retirado del lugar (si ello es necesario, por ejemplo si interrumpe alguna vía de circulación) y dispuesto normalmente en un depósito de estéril.
- En caso de ser necesario, se redefinirá la geometría y diseño de la obra comprometida para prevenir situaciones similares en el futuro.

7.5 POLÍTICA AMBIENTAL DE COLLAHUASI

POLITICA DE SALUD, SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE

Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM, empresa minera chilena, ubicada en la I Región de Tarapacá, cuyo objeto es la explotación de los yacimientos mineros de su propiedad ubicados en la Comuna de Pica, I Región de Tarapacá, establece la siguiente Política de Salud, Seguridad y Medio Ambiente que se basa en los principios fundamentales que a continuación se indican:

1.- El cumplimiento del ordenamiento jurídico chileno vigente en materias de Salud, Seguridad y Medio Ambiente y de los acuerdos o convenios que la Compañía haya suscrito en relación con dichas materias.

2.- Promover que sus trabajadores conozcan sus derechos y responsabilidades respecto de la Salud, Seguridad y Medio Ambiente, en conformidad a la legislación vigente y procedimientos internos de Collahuasi.

3.- Velar que sus actividades se desarrollen en general de manera segura y responsable, fiscalizándolas de manera continua y permanente, a través de auditorías internas y externas y propendiendo al mejoramiento continuo en la protección de la Salud, Seguridad y el Medio Ambiente.

4.- Implementar Sistemas de Gestión de Riesgos y Medio Ambiente que permitan mejorar nuestro desempeño, mantener y aumentar nuestra productividad, previniendo y mitigando la contaminación ambiental.

5.- Colaborar, en la medida de sus posibilidades, con las autoridades de gobierno y demás entidades públicas y privadas, nacionales e internacionales involucradas en el desarrollo de estándares y procedimientos que sean científicamente seguros y económicamente viables en materias de Salud, Seguridad y Medio Ambiente, así como en la revisión de las normativas pertinentes.

6.- Mantener lazos comunicacionales con las partes interesadas en nuestro negocio (trabajadores, accionistas, autoridades, clientes y comunidad, en general), respecto de materias de Salud, Seguridad y Medio Ambiente.

7.- Promover el conocimiento y adhesión de esta Política por parte de los trabajadores, empresas de servicios y proveedores.

DIEGO HERNANDEZ CABRERA
PRESIDENTE EJECUTIVO

Octubre, 2000.

CAPÍTULO 8

PLAN DE SEGUIMIENTO DE VARIABLES AMBIENTALES

8.1 INTRODUCCIÓN

Las obras e instalaciones del Proyecto de Expansión ocuparán esencialmente las mismas áreas ya utilizadas por la actual operación. Asimismo, las operaciones y procesos serán del mismo tipo que las existentes, sin incorporar emisiones o residuos diferentes a los actuales. Por lo tanto, en términos generales el programa de monitoreo ambiental vigente cubrirá también los requerimientos de monitoreo del Proyecto de Expansión, salvo excepciones puntuales.

De acuerdo con lo anterior, en este capítulo se presenta en forma resumida el actual Plan de Seguimiento de las Variables Ambientales, el cual se hace extensivo a las instalaciones y operaciones del Proyecto de Expansión. En los casos específicos en que se hace necesario incorporar sitios o parámetros adicionales para cubrir aspectos puntuales del Proyecto de Expansión, se indica el correspondiente alcance adicional al programa actual.

Los objetivos del plan de monitoreo son los siguientes:

- Conocer el efecto real causado por las emisiones y obras del Proyecto, a través de mediciones en las componentes ambientales señaladas anteriormente.
- Verificar la efectividad de las medidas de mitigación propuestas.
- Verificar el cumplimiento de las normativas ambientales aplicables.
- Detectar de manera temprana cualquier efecto no previsto y no deseado, de modo que sea posible controlarlo definiendo y adoptando medidas o acciones apropiadas y oportunas.

El programa de monitoreo especifica, para cada componente, lo siguiente:

- ***Parámetros monitoreados:*** corresponden a las variables físicas, químicas y/o biológicas que son medidas y registradas para caracterizar el estado y evolución de los componentes ambientales.

- ***Sitios de monitoreo:*** corresponden a los lugares de medición y control seleccionados para cada componente ambiental.

- ***Especificaciones técnicas:*** se refiere a las metodologías de medición y de análisis de la información en cada caso.

- ***Frecuencia:*** se refiere a la periodicidad con que se efectúan las mediciones, toma de muestras y/o análisis de cada parámetro.

El Programa de monitoreo se presenta para cada área del proyecto (Area Mina-Planta, Area Mineroducto y Area Instalaciones Portuarias Punta Patache).

En la Tabla 8-1 se presenta un resumen con los aspectos nuevos que se incorporan al monitoreo ambiental actual, como consecuencia del proyecto de expansión.

En este capítulo se presenta el Plan de Seguimiento y Monitoreo de las Variables Ambientales relevantes asociadas a la ejecución del Proyecto de Expansión de Collahuasi. El programa de monitoreo continuará durante toda la vida del proyecto. No obstante, el presente programa se ha definido para el período de construcción y los primeros dos años de operación del Proyecto. Al cabo de este tiempo se evaluará el programa de monitoreo a la luz de los resultados obtenidos, y se definirá si es necesario incorporar modificaciones, las cuales serán previamente analizadas y acordadas con la autoridad pertinente para su aprobación.

8.2 ÁREA MINA-PLANTA

El programa de monitoreo actual en el área Mina-Planta considera el seguimiento en las siguientes componentes ambientales:

- Agua superficial
- Agua subterránea
- Agua en Lagunas
- Limnología
- Meteorología
- Ruido y vibraciones
- Calidad del aire
- Flora y fauna terrestre

8.2.1 Agua Superficial

8.2.1.1 *Parámetros*

El monitoreo de agua superficial actual considera la determinación de los siguientes parámetros:

- Calidad del agua en vertientes y quebradas
- Caudales

Calidad del agua

La calidad del agua en vertientes y quebradas se monitorea considerando los parámetros de la norma chilena de calidad del agua para riego (NCh 1.333) y la norma chilena de calidad de agua potable (NCh 409) (Tabla 8-2).

Caudales

Se efectúan mediciones de caudal (volumen de agua por unidad de tiempo) en secciones de aforo establecidas en cauces de vertientes y quebradas.

8.2.1.2 *Sitios de Monitoreo*

El monitoreo de calidad del agua superficial (CAS) se realiza en los siguientes lugares (Figura 8-1):

Lugar	Identificación Punto de Monitoreo
Vertiente Jachucoposa	CSW-2
Vertiente Coposa (Cerro Chusquiza)	CSW-5
Laguna Michincha	MSW-2
Quebrada San Daniel	QDH-1 A*
Quebrada Huinquintipa	QDH-2
Quebrada Chiclla	QDC-1
Quebrada Guatacondo (3)	HTC-1; HTC-3; HTC-4

* Esta estación será reubicada en la quebrada de Huinquintipa, aguas abajo del botadero del rajo Rosario.

El monitoreo de caudales o escurrimiento superficial se realiza en los siguientes sitios:

Lugar	Identificación Punto de Monitoreo
Vertiente Jachucoposa	CSW-2
Vertiente Coposa (Cerro Chusquiza)	CSW-5
Quebrada Represa	MSW-3
Quebrada Chiclla	QDC-1

8.2.1.3 *Especificaciones Técnicas*

Calidad del agua

El muestreo, la preservación de las muestras y los análisis de laboratorio se realizan según los procedimientos del Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, de uso internacional. Los resultados son comparados con la norma chilena de calidad de agua para riego NCh 1.333 y la norma chilena de agua potable NCh 409.

Caudales

La medición de caudal se efectúa en vertedero. En terreno se mide la altura del escurrimiento en la sección de aforo; luego se determina el caudal mediante la respectiva curva de descarga del vertedero (altura v/s caudal). Los resultados son analizados para evaluar variaciones de caudal en el tiempo (estacionales e interanuales).

8.2.1.4 *Frecuencia*

El monitoreo de la calidad del agua superficial y caudales se lleva a cabo mensualmente, y en algunos casos trimestralmente.

8.2.1.5 *Monitoreo Adicional para la Expansión*

- **Parámetro**: Caudal aguas superficiales
- **Sitio**: Quebrada de Huinquintipa
- **Especificaciones técnicas**: Las mismas que se aplican en la actualidad

- **Frecuencia**: Mensual
- **Parámetro**: Calidad de aguas superficiales
- **Sitio**: Aguas abajo del nuevo botadero de mineral de baja ley del rajo Rosario
- **Especificaciones técnicas**: Las mismas que se aplican en la actualidad
- **Frecuencia**: Mensual

8.2.2 Agua Subterránea

8.2.2.1 *Parámetros*

El monitoreo de agua subterránea en el área Mina-Planta considera la determinación de los siguientes parámetros:

- Calidad del agua
- Niveles piezométricos

Calidad del agua

La calidad del agua subterránea se determina en pozos de monitoreo, considerando los parámetros descritos anteriormente para el agua superficial (Tabla 8-2).

Niveles Piezométricos

Los niveles piezométricos representan la cota de elevación del agua en un pozo, o bien su profundidad con respecto a un nivel o cota de referencia.

8.2.2.2 *Sitios de Monitoreo*

El monitoreo de calidad del agua subterránea se realiza en los siguientes sitios (ver Figura 8-1):

Ubicación	Identificación Pozo de Monitoreo
Sector Coposa	
Salar de Coposa	CWE-38, CWE-12
Cuenca Salar de Coposa	CWE-6, CWE-19, CWE-1, CWE-2, CWE-8, CWE-9, CWE-34, CWE-35 *
Sector Michincha	
Salar de Michincha	M-17, M-18.
Cuenca Salar de Michincha	M-27, M-5.
Mina Ujina	M-22, M-4, M-12.
Sector Pique Rosario	
Pique Rosario	CUW-1
Sector Botaderos Mina	
Control 1	MAU-1
Control 2	MAU-2
Sector Tranque de Relaves	MA-01, MA-02B, MAU-4, MAU-5, MAU-6, MAU-7, MAU-8.

* Además se monitorea regularmente la calidad del pozo CWP-14 de abastecimiento de agua potable.

La medición de niveles piezométricos o freáticos se realiza en los pozos del Salar de Coposa y del Salar de Michincha.

8.2.2.3 *Especificaciones Técnicas*

El muestreo de las aguas subterráneas y el tratamiento de muestras y análisis de laboratorio, se realizan según los procedimientos del Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Los resultados son comparados con los niveles de referencia establecidos en la norma chilena de calidad del agua para riego, NCh 1.333 y con la norma chilena de calidad para agua potable NCh 409 (Tabla 8-2).

La determinación de niveles piezométricos se efectúa midiendo la profundidad de la napa de agua con respecto a un nivel de referencia establecido en el exterior del pozo, mediante el empleo de un pozómetro. Los resultados son analizados para establecer variaciones temporales y estacionales de la profundidad del agua subterránea o nivel piezométrico.

8.2.2.4 *Frecuencia*

El monitoreo de la calidad del agua subterránea y niveles piezométricos se lleva a cabo trimestralmente.

8.2.2.5 *Monitoreo Adicional para la Expansión*

- **Parámetro**: Calidad de agua subterránea
- **Sitio**: Pie del Botadero Baja Ley del Rajo Rosario
- **Especificación Técnica**: Las mismas que se aplican en la actualidad
- **Frecuencia**: Trimestral

- **Parámetro**: Calidad de agua subterránea
- **Sitio**: Pie del Botadero Rosario
- **Especificación Técnica**: Las mismas que se aplican en la actualidad
- **Frecuencia**: Trimestral

8.2.3 Agua en Lagunas

8.2.3.1 *Parámetros*

El monitoreo de agua en lagunas consiste en la determinación de los siguientes parámetros:

- Superficie del espejo de agua
- Profundidad del cuerpo de agua en puntos establecidos

Superficie del espejo de agua

Corresponde a la extensión de la superficie de agua libre de una laguna, medida como área. Esta superficie puede variar (aumentar o disminuir) en el tiempo, debido a condiciones naturales y/o artificiales.

Profundidad del cuerpo de agua

Corresponde a la distancia, en un determinado punto de la laguna, entre el fondo y la superficie de agua libre. También puede variar (aumentar o disminuir) en el tiempo en

respuesta a condiciones naturales y/o artificiales. Debido a las condiciones de topografía en las lagunas, variaciones de un parámetro están relacionadas directamente con variaciones en el mismo sentido en el otro parámetro.

8.2.3.2 *Sitios de Monitoreo*

Actualmente se monitorea la superficie del espejo de agua y la profundidad de la Laguna de Coposa.

8.2.3.3 *Especificaciones Técnicas*

La superficie de laguna se determina mediante fotografías aéreas. Los niveles o profundidades de laguna se miden en estacas graduadas instaladas en su interior. En ambos casos, los resultados son analizados para evaluar variaciones estacionales e interanuales.

8.2.3.4 *Frecuencia*

Las mediciones de laguna se realizan semestralmente, en los meses de enero y agosto de cada año.

8.2.3.5 *Monitoreo Adicional para la Expansión*

- **Parámetro**: Medición del nivel y superficie del cuerpo de agua.
- **Sitio**: Laguna de Michincha.
- **Especificaciones técnicas**: Las mismas aplicadas en la actualidad
- **Frecuencia**: Semestral

8.2.4 Limnología

8.2.4.1 *Parámetros*

El monitoreo limnológico actual en el área Mina-.Planta considera el seguimiento de las siguientes variables:

- parámetros fisicoquímicos de importancia limnológica,
- flora acuática, y
- macroinvertebrados.

Los parámetros fisicoquímicos de importancia limnológica son: temperatura, conductividad específica, pH y oxígeno disuelto.

8.2.4.2 *Sitios de Monitoreo*

El monitoreo limnológico (incluyendo flora y fauna acuática) se realiza en el Salar de Coposa, en 7 estaciones de monitoreo (Figura 8-2).

8.2.4.3 *Especificaciones Técnicas*

En cada punto de monitoreo se miden *in situ* los parámetros fisicoquímicos de importancia limnológica. Además se efectúa un reconocimiento y muestreo de la flora acuática y macroinvertebrados, lo cual se complementa con una descripción morfométrica de cada sitio de muestreo.

Parámetros Fisicoquímicos

Temperatura:	La temperatura se mide mediante un termómetro de mercurio con 0,1 °C de precisión.
Conductividad específica:	La conductividad del agua se determina mediante un medidor de conductividad con 0,01 µS/cm de precisión.
Concentración del ión hidrógeno (pH):	La concentración del ion hidrógeno se determina mediante un medidor de pH con 0,01 unidades de precisión.
Oxígeno disuelto:	La concentración de oxígeno disuelto se mide con un medidor de oxígeno con 0,1 mg/L de precisión.

Flora Acuática

Se hace un reconocimiento de la riqueza de la flora acuática *in situ*, para lo cual se realizan prospecciones en tramos de longitud variable, dependiendo del sitio.

Macroinvertebrados

La fauna de macroinvertebrados se efectúa mediante análisis en laboratorio de la muestra de agua, determinándose riqueza y abundancia en la muestra, con apoyo de lupa en caso necesario.

8.2.4.4 *Frecuencia*

El monitoreo de limnología se realiza dos veces al año, en período de verano y período de invierno.

8.2.4.5 *Monitoreos Adicionales para la Expansión*

- **Parámetros**: Los mismos medidos en la actualidad
- **Sitios**: Salar de Michincha
- **Especificaciones técnicas**: Las mismas que se aplican en la actualidad
- **Frecuencia**: Dos veces al año, en período de invierno y verano

8.2.5 Meteorología

8.2.5.1 *Parámetros*

El monitoreo vigente de meteorología en el área Mina-Planta considera el registro de los siguientes parámetros:

- Velocidad y dirección del viento
- Precipitación
- Temperatura
- Humedad relativa
- Radiación solar
- Evaporación
- Presión atmosférica

8.2.5.2 *Sitios de Monitoreo*

Collahuasi cuenta con 3 estaciones meteorológicas automáticas que se encuentran instaladas en el área Mina-Planta, en los siguientes lugares (Figura 8-3):

Lugar	Identificación Punto de Monitoreo
Sector Rajo Ujina	U
Sector Campamento de Coposa	C

8.2.5.3 *Especificaciones Técnicas*

Las estaciones meteorológicas son de registro automático y alimentada con energía solar. La información es procesada y sintetizada periódicamente, obteniéndose valores medios, mínimos y máximos diarios, mensuales, etc.

8.2.5.4 *Frecuencia*

Las estaciones meteorológicas han sido programadas para hacer registros horarios de cada variable.

8.2.6 Ruido y Vibración

8.2.6.1 *Parámetros*

El monitoreo de ruido considera la determinación del Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente ($L_{eq.}$). complementariamente se mide Nivel de Presión Sonora Mínimo($L_{mín.}$), Nivel de Presión Sonora Máximo ($L_{máx.}$) y como parámetro secundario los niveles percentiles (L_n).

8.2.6.2 *Sitios de Monitoreo*

El monitoreo de ruido y vibración se lleva a cabo en el sector de Ujina (U), principalmente en los lugares de trabajo.

8.2.6.3 *Especificaciones Técnicas*

Sonómetro integrador que cumple con las exigencias señaladas para los tipos 0, 1 o 2, establecidas en las normas de la Comisión Electrotécnica Internacional (International Electrotechnical Commission, IEC Standard), publicaciones N°651 "Sonómetros" ("Sound Levels Meters"), primera edición de 1979; y N°804 "Sonómetros Integradores-promediadores" ("Integrating-Averaging Sound Level Meters"), primera edición de 1985. Las mediciones se realizan a 1,5 m de altura sobre el nivel del terreno.

8.2.6.4 *Frecuencia*

Se efectúan mediciones trimestralmente (4 veces al año), bajo condiciones de operación normal del Proyecto.

Cada evento de monitoreo cubre un lapso de 24 horas consecutivos. En este período se realizan mediciones en horario diurno y nocturno según las especificaciones técnicas señaladas anteriormente.

8.2.6.5 *Monitoreo adicional para la Expansión*

- **Parámetros**: Los mismos medidos en la actualidad (Leq; Lmin; Lmax y Ln).
- **Sitios**: Quebrada de Huinquintipa, en un sector próximo al rajo Rosario y botaderos de mineral de baja ley
- **Especificaciones técnicas**: Las señaladas en 8.2.6.3
- **Frecuencia**: Trimestral

8.2.7 Calidad del Aire

8.2.7.1 *Parámetros*

El monitoreo vigente de calidad del aire considera la determinación de los siguientes parámetros:

- Concentración atmosférica de material particulado fracción respirable (MP-10)
- Partículas totales en suspensión (PTS)
- Contenido de arsénico (As), sílice (SiO_2) y Cobre (Cu) en el material particulado

Adicionalmente, en el sector de la planta se miden aerosoles ácidos.

8.2.7.2 *Sitios de Monitoreo*

El monitoreo de MP10 y PTS, incluyendo los contenidos de As, SiO_2 y Cu se lleva a cabo en los siguientes puntos (Figura 8-4):

Lugar	Identificación Punto de Monitoreo
Campamento	C
Ujina (monitoreo interno)	U

8.2.7.3 *Especificaciones Técnicas*

Para las mediciones de material particulado se utiliza un muestreador de alto volumen. En el caso de MP10 se le incorpora un cabezal para partículas de diámetro inferior a 10 µm (partículas respirables). La metodología se ajusta a los establecido por la US-EPA (CFR 40 – Part 50 – Appendix J – Reference Method for the Determination of Particulate Matter as PM10 in the Atmosphere). Los resultados son comparados con los límites de MP10 establecidos en el D.S. 59/98 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (150 µg/m^3 como máximo diario), y con los límites de PTS establecidos en la Resolución1215/78 del Ministerio de Salud..

La medición de aerosoles ácidos se realiza con un equipo MSA, el cual es instalado a 1,5-2 m de altura.

8.2.7.4 *Frecuencia*

La calidad del aire es monitoreada cuatro veces al año (enero, abril, junio y octubre), por un lapso de un (1) mes en cada ocasión. Las mediciones de MP10 y PTS se hacen sobre la base de registros de 24 horas, cada tres días, totalizando 10 mediciones en un mes.

En el interior de la planta se realizan mediciones de aerosoles ácidos cada 15 días por semana, por un lapso de 12 horas.

8.2.7.5 *Monitoreo Adicional para la Expansión*

- **Parámetro**: Calidad del aire
- **Sitio**: Cercanía Rajo Rosario

- **Especificaciones técnicas**: Las mismas que se aplican en la actualidad
- **Frecuencia**: Trimestral

8.2.8 Flora y Fauna Terrestre

8.2.8.1 *Parámetros*

El monitoreo de flora y fauna terrestre en el área Mina-Planta considera el seguimiento de los siguientes parámetros:

- Riqueza y cobertura de la vegetación
- Riqueza y abundancia de la fauna.

8.2.8.2 *Sitios de Monitoreo*

Los sitios en los que se realiza el monitoreo de flora y fauna terrestre son los siguientes (Figura 8-5):

Lugar	**Identificación Sitio de Monitoreo**
Salar de Coposa	SC(1)
Salar de Michincha	SM(1)
Quebrada San Nicolás	QSN
Quebrada Represa	QR
Quebrada Huinquintipa	QH(1), QH(2)
Quebrada Yabricoyita	QY
Quebrada San Daniel	QSD
Quebrada Chiclla	QCH(1), QCH(2)

8.2.8.3 *Especificaciones Técnicas*

El monitoreo de flora considera la realización de parcelas de monitoreo para la determinación de riqueza y cobertura.

El monitoreo de micromamíferos se realiza mediante el establecimiento de grillas de muestreo, en las que se ubican trampas tipo Shermann. Para los megamamíferos,

principalmente vicuñas, las estimaciones de su abundancia se realiza por medio de transectos fijos, que son prospectados en vehículos.

El monitoreo de aves se realiza en base a transectos, realizando censos de individuos por especies en base a avistamientos o por percepción de sus cantos.

Para anfibios y reptiles se realizan estimaciones de abundancias por medio de búsqueda activa, estandarizadas por tipo de hábitat y esfuerzo de muestreo.

8.2.8.4 *Frecuencia*

El monitoreo de flora y fauna se realiza dos veces al año, en las estaciones de invierno y verano.

8.3 ÁREA MINERODUCTO

El Área Mineroducto no requiere un plan de seguimiento ambiental de rutina, debido a que no se prevén efectos ambientales de relevancia. En efecto, el mineroducto está enterrado y el transporte de concentrado se maneja a distancia, requiriendo la presencia de personal en forma periódica para mantención. Esto aplica también al mineroducto del proyecto de expansión.

Tal como se señaló precedentemente, todo el trazado del mineroducto es inspeccionado periódicamente por personal de mantención, lo cual permite detectar cualquier situación eventual que afecte el medio ambiente y tomar las acciones pertinentes. Los recorridos de inspección se harán extensivos también al nuevo mineroducto.

8.4 ÁREA INSTALACIONES PORTUARIAS PUNTA PATACHE

El programa de monitoreo actual en el Area Instalaciones Portuarias Punta Patache considera el seguimiento en las siguientes componentes ambientales:

- Agua subterránea
- Meteorología
- Calidad del aire
- Oceanografía física, química y biológica
- Aves y mamíferos costeros

- Comunidades intermareales y submareales
- Elementos traza en organismos, y
- Sedimentos marinos.

8.4.1 Agua Subterránea

8.4.1.1 *Parámetros*

El monitoreo actual de agua subterránea considera la determinación de su calidad considerando los parámetros descritos anteriormente (Tabla 8-2).

8.4.1.2 *Sitios de Monitoreo*

El monitoreo de calidad del agua subterránea se realiza en el siguiente pozo (Figura 8-6):

Ubicación	Identificación Pozo de Monitoreo
Aguas abajo de las Piscinas de Evaporación	PEV 1

8.4.1.3 *Especificaciones Técnicas*

El muestreo de las aguas subterráneas y el tratamiento de muestras y análisis de laboratorio, se realizan según los procedimientos del Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Los resultados son comparados con los niveles de referencia establecidos en la norma chilena de calidad del agua para riego, NCh 1.333, y la norma chilena de calidad del agua potable (NCh 409) y con los niveles basales del respectivo pozo de monitoreo.

8.4.1.4 *Frecuencia*

El monitoreo de calidad del agua subterránea se lleva a cabo con una frecuencia trimestral.

8.4.1.5 *Monitoreo Adicional para la Expansión*

- **Parámetro**: Calidad de aguas subterráneas
- **Sitio**: Piscina de evaporación (3 pozos nuevos)
- **Especificaciones técnicas**: Las mismas que se aplican en la actualidad
- **Frecuencia**: Trimestral

Este pozo forma parte del esquema de monitoreo de Proyecto Original.

8.4.2 Meteorología

8.4.2.1 *Parámetros*

El monitoreo actual de meteorología considera el registro de los siguientes parámetros:

- Presión barométrica
- Velocidad y dirección del viento
- Temperatura
- Evaporación
- Radiación solar
- Humedad relativa

8.4.2.2 *Sitios de Monitoreo*

Collahuasi cuenta con una estación meteorológica automática operando en el área de la planta de filtros (Figura 8-6).

8.4.2.3 *Especificaciones Técnicas*

Las estaciones meteorológicas son de registro automático y alimentada con energía solar. La información es procesada y sintetizada periódicamente, obteniéndose valores medios, mínimos y máximos diarios, mensuales, etc.

8.4.2.4 *Frecuencia*

Las estaciones meteorológicas han sido programadas para hacer registros horarios de cada variable.

8.4.3 Calidad del Aire

8.4.3.1 *Parámetros*

El monitoreo vigente de calidad del aire en el sector de Punta Patache considera la determinación de la concentración atmosférica de material particulado fracción respirable (MP-10), partículas totales en suspensión (PTS) y contenido de arsénico (As), sílice (SiO_2) y Cobre (Cu) en el material particulado.

8.4.3.2 *Sitio de Monitoreo*

El monitoreo de MP10 y PTS se lleva a cabo en el sitio indicado previamente para el monitoreo de variables meteorológicas (Figura 8-6).

8.4.3.3 *Especificaciones Técnicas*

Para las mediciones de material particulado se utiliza un muestreador de alto volumen. En el caso de MP10 se le incorpora un cabezal para partículas de diámetro inferior a 10 µm (partículas respirables). La metodología se ajusta a los establecido por la US-EPA (CFR 40 – Part 50 – Appendix J – Reference Method for the Determination of Particulate Matter as PM10 in the Atmosphere). Los resultados son comparados con los límites de MP10 establecidos en el D.S. 59/98 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (150 $\mu g/m^3$ como máximo diario), y con los límites de PTS establecidos en la Resolución1215/78 del Ministerio de Salud..

La medición de aerosoles ácidos se realiza con un equipo MSA, el cual es instalado a 1,5-2 m de altura.

8.4.3.4 *Frecuencia*

La calidad del aire es monitoreada cuatro veces al año (enero, abril, junio y octubre), por un lapso de un (1) mes en cada ocasión. Las mediciones de MP10 y PTS se hacen sobre la base de registros de 24 horas, cada tres días, totalizando 10 mediciones en un mes.

Esta frecuencia será mantenida luego del comienzo de la operación del Proyecto Expansión 110 ktpd.

8.4.4 Oceanografía Física, Química y Biológica

8.4.4.1 *Parámetros*

El monitoreo actual de la oceanografía física considera la determinación de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en la columna de agua.

La oceanografía biológica considera el monitoreo de fitoplancton y zooplancton en muestras de agua de mar.

La oceanografía química considera la determinación de concentraciones de cobre (Cu), plomo (Pb), cadmio (Cd), zinc (Zn), arsénico (As), selenio (Se) y Mercurio (Hg) en muestras de agua de mar.

8.4.4.2 *Sitios de Monitoreo*

El monitoreo de variables físicas, químicas y biológicas se realiza en 11 estaciones de monitoreo (Figura 8-6).

8.4.4.3 *Especificaciones Técnicas*

Oceanografía Física

La medición de las variables de oceanografía física se realiza en terreno mediante los siguientes instrumentos:

Temperatura: La temperatura es medida mediante un termómetro de mercurio con 0,1 °C de precisión.

Oxígeno disuelto: La concentración de oxígeno disuelto es medida con un medidor de oxígeno con 0,1 mg/L de precisión.

Salinidad: La salinidad se mide mediante un salinómetro T.S.K., modelo E-2.

Oceanografía Biológica

Fitoplancton

Para caracterizar el fitoplancton se obtienen muestras de arrastres verticales, utilizando una malla de 37 μm de abertura y mediante arrastres horizontales de aproximadamente 10 minutos de duración, utilizando una malla de 62 μm de abertura. Las muestras para análisis cuantitativo, determinación de clorofila "a" y de feopigmentos se obtienen mediante la utilización de botellas oceanográficas tipo Niskin.

La determinación de especies se realiza bajo microscopio fotónico, utilizando para su identificación bibliografía especializada y técnicas de apoyo.

El recuento células se realiza en la profundidad, en donde es detectada la máxima concentración de clorofila "a", siguiendo el método de Utermöld (1958) para microscopio invertido.

Las concentraciones de clorofila "a" y feopigmentos se obtienen de acuerdo a la metodología propuesta por Parsons *et al.*(1984).

Zooplancton

La determinación del zooplancton se realiza mediante la toma de muestra con una red WP-2 de arrastre vertical de 210 μm de abertura y 0,237 m² de abertura de boca, equipada con un medidor de flujo digital. El componente de huevos y larvas de peces es separada del resto bajo un estéreo microscópico.

La abundancia de huevos y larvas de peces es determinada mediante el método de Smith y Richardson (1979), transformando el número de huevos y larvas a un área de 10 m². Además se determina el volumen de plancton como una medida estimativa de la biomasa del zooplancton, utilizando la técnica de volumen por desplazamiento de plancton húmedo.

Oceanografía Química

El muestreo de las aguas subterráneas y el tratamiento de muestras y análisis de laboratorio, se realizan según los procedimientos del Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Los resultados son comparados con los niveles basales.

8.4.4.4 *Frecuencia*

El monitoreo de variable físicas y químicas se realiza semestralmente. Las variables biológicas se monitorean una vez por año.

8.4.5 Aves y Mamíferos Costeros

8.4.5.1 *Parámetros*

El monitoreo vigente de aves y mamíferos costeros considera el seguimiento de los siguientes parámetros:

- Riqueza o número de especies
- Abundancia de especies.

8.4.5.2 *Sitios de Monitoreo*

El área en que se efectúa el monitoreo está comprendido entre Caleta Cáñamo y Punta Negra.

8.4.5.3 *Especificaciones Técnicas*

El monitoreo de aves y mamíferos costeros se realiza en base a prospecciones desde la costa, en donde se realizan censos para estimar la abundancia y distribución de lobos marinos, nutrias o chungungos y aves marinas. Para ello se ha subdividido la costa en ocho secciones, considerándose también los islotes próximos a la costa, en donde están las colonias de lobos marinos.

8.4.5.4 *Frecuencia*

El monitoreo se realiza dos veces al año, en período de verano y en período de invierno.

8.4.6 Comunidades Intermareales y Submareales

8.4.6.1 *Parámetros*

El monitoreo Intermareal y submareal se realiza actualmente en roca y considera los siguientes parámetros:

- riqueza y abundancia de especies intermareales
- riqueza y abundancia de especies submareales.

8.4.6.2 *Sitios de Monitoreo*

El área en que se efectúa el monitoreo está comprendido entre Caleta Cáñamo y Punta Negra (Figura 8-6):

Parámetro	Identificación Estación de Monitoreo
Intermareal	H, I, J
Submareal	H, I, J

8.4.6.3 *Especificaciones Técnicas*

Para estimar la riqueza y abundancia de las especies que forman parte del intermareal, se realizan dos transectos, los cuales están previamente demarcados, tal que el recorrido puede ser replicado en cada prospección. El monitoreo considera transectos tanto en roca como en fondos blandos.

8.4.6.4 *Frecuencia*

El monitoreo se realiza dos veces al año, en período de invierno y verano.

8.4.7 Elementos Traza en Organismos Marinos

8.4.7.1 *Parámetros*

El monitoreo actual de elementos traza en organismos marinos considera la determinación de Cu, Pb, Cd, Zn, As, Se y Hg.

8.4.7.2 *Sitios de Monitoreo*

El área en que se efectúa el monitoreo comprende el sector ubicado al norte de Caleta Cáñamo y el sector ubicado al sur de Punta Negra (Figura 8-6). Existe un total de 10 estaciones, cinco submareales (CH) y cinco intermareales (CHO).

8.4.7.3 *Especificaciones Técnicas*

Los organismos que se utilizan para el análisis de trazas son el chorito maico *Perumytilus purpuratus* y la cholga *Aulacomya ater,* los cuales son obtenidos de los bancos naturales que existen en el área.

La determinación de Cu, Zn y Cd se realiza mediante espectofotometría de absorción atómica convencional con llama, utilizando un sistema Atom Trap para incrementar la sensibilidad instrumental. Las determinaciones de Pb, As y Se realizan mediante espectofotometría de absorción atómica de generación de hidruros, empleando super-lámparas. Las determinaciones de Hg se realizan mediante espectofotometría de absorción atómica de generación de vapor frío.

8.4.7.4 *Frecuencia*

El monitoreo se realiza dos veces al año, en períodos de invierno y verano.

8.4.8 Sedimentos Marinos

8.4.8.1 *Parámetros*

El monitoreo vigente de sedimentos marinos comprende la determinación de la granulometría y los elementos traza Cu, Pb, Cd, Zn, As, Se y Hg.

8.4.8.2 *Sitios de Monitoreo*

El área en que se efectúa el monitoreo comprende el sector ubicado al norte de Caleta Cáñamo y el sector ubicado al sur de Punta Negra. Existe un total de 21 estaciones, 16 en el submareal y cinco en el intermareal (Figura 8-6).

8.4.8.3 *Especificaciones Técnicas*

Los sedimentos son tomados manualmente en bolsas de propileno denso. La determinación de Cu, Az, Cd, Pb, As, Se y Hg se realiza con la metodología especificada en el punto 8.4.7.3. El cobre se determina en todas las muestras, mientras que los demás elementos se determinan sólo a un 25% de ellas.

8.4.8.4 *Frecuencia*

El monitoreo se realiza dos veces al año, en períodos de invierno y verano.

8.5 RESUMEN DEL MONITOREO ADICIONAL

En la Tabla 8-1 se presenta un resumen del programa de monitoreo adicional definido para el seguimiento de las variables ambientales relevantes del Proyecto Expansión 110 ktpd.

8.6 INFORME DE RESULTADOS

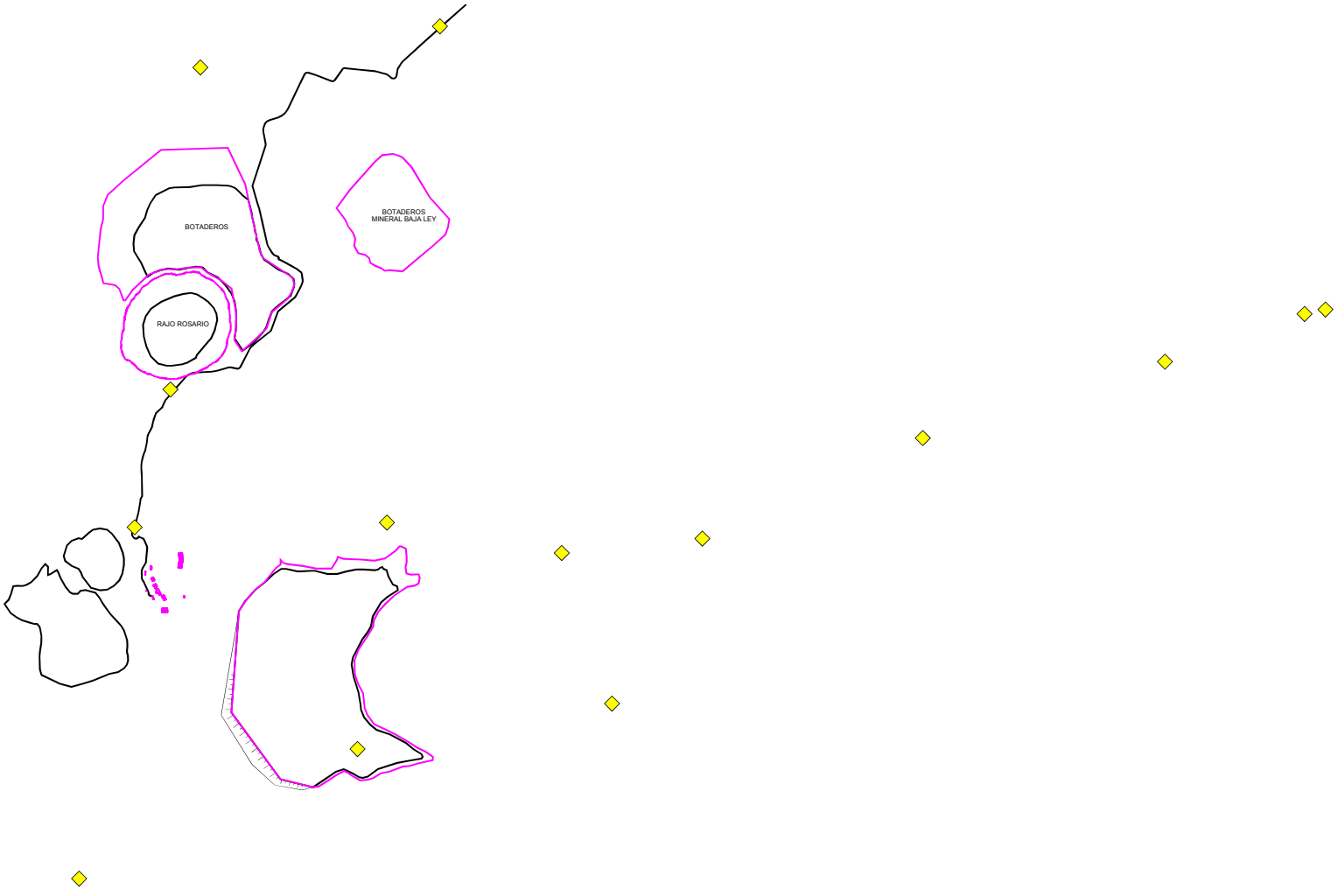
Collahuasi prepara informes periódicos con los resultados y conclusiones de los monitoreos. Estos informes son presentados a las autoridades pertinentes según un calendario acordado con cada una de ellas, sin perjuicio que resultados que se asocien a situaciones accidentales o eventualidades se presenten de forma inmediata, como parte de los procedimientos del plan de contingencias.

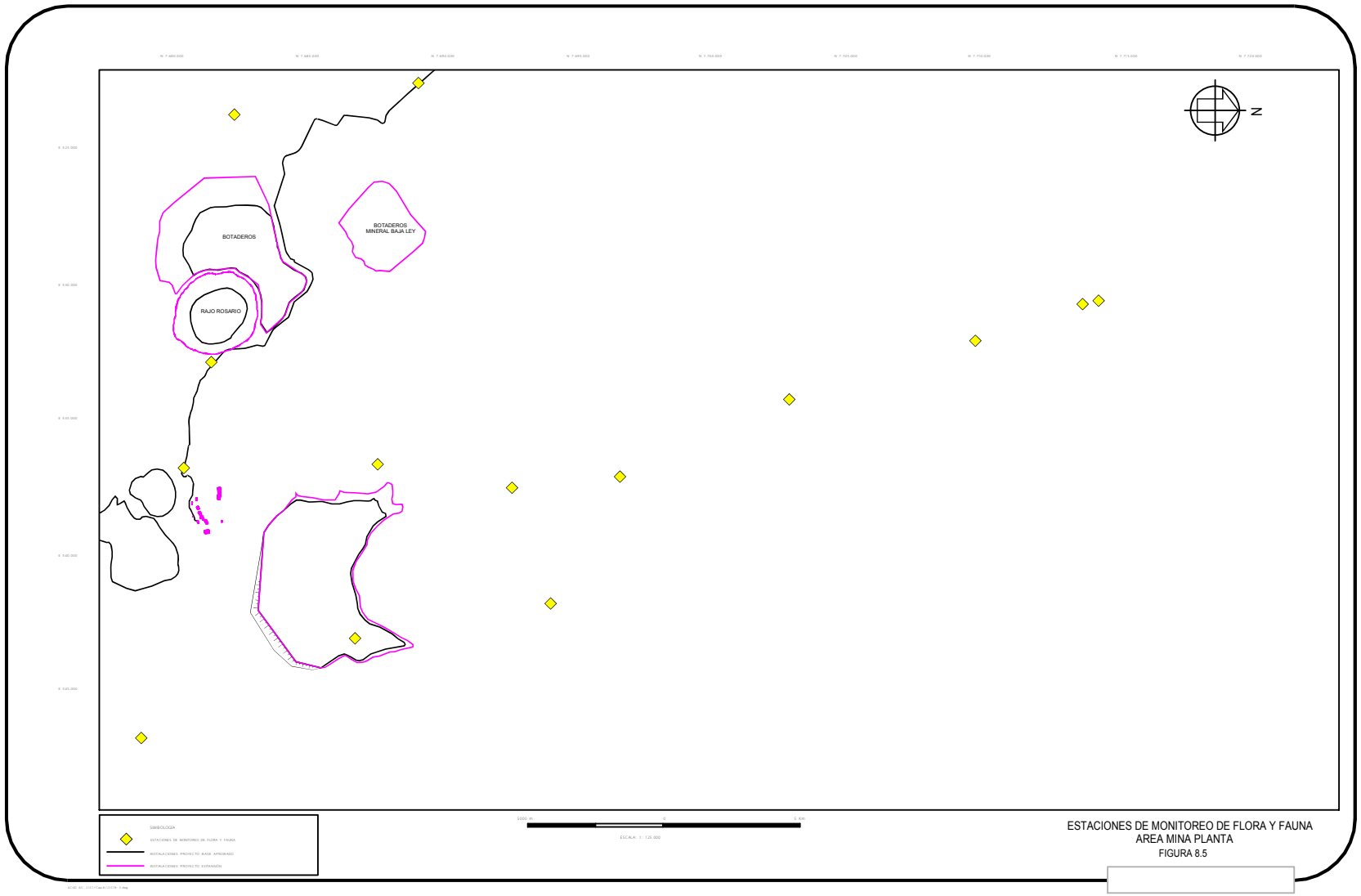
8.7 MONITOREO POST-CIERRE

Durante el período de operación del proyecto, los resultados del monitoreo y el conocimiento de la real evolución del medio permitirán definir los alcances precisos del Plan de Monitoreo de Post-Cierre, en términos de parámetros, sitios, metodología, frecuencia y duración.

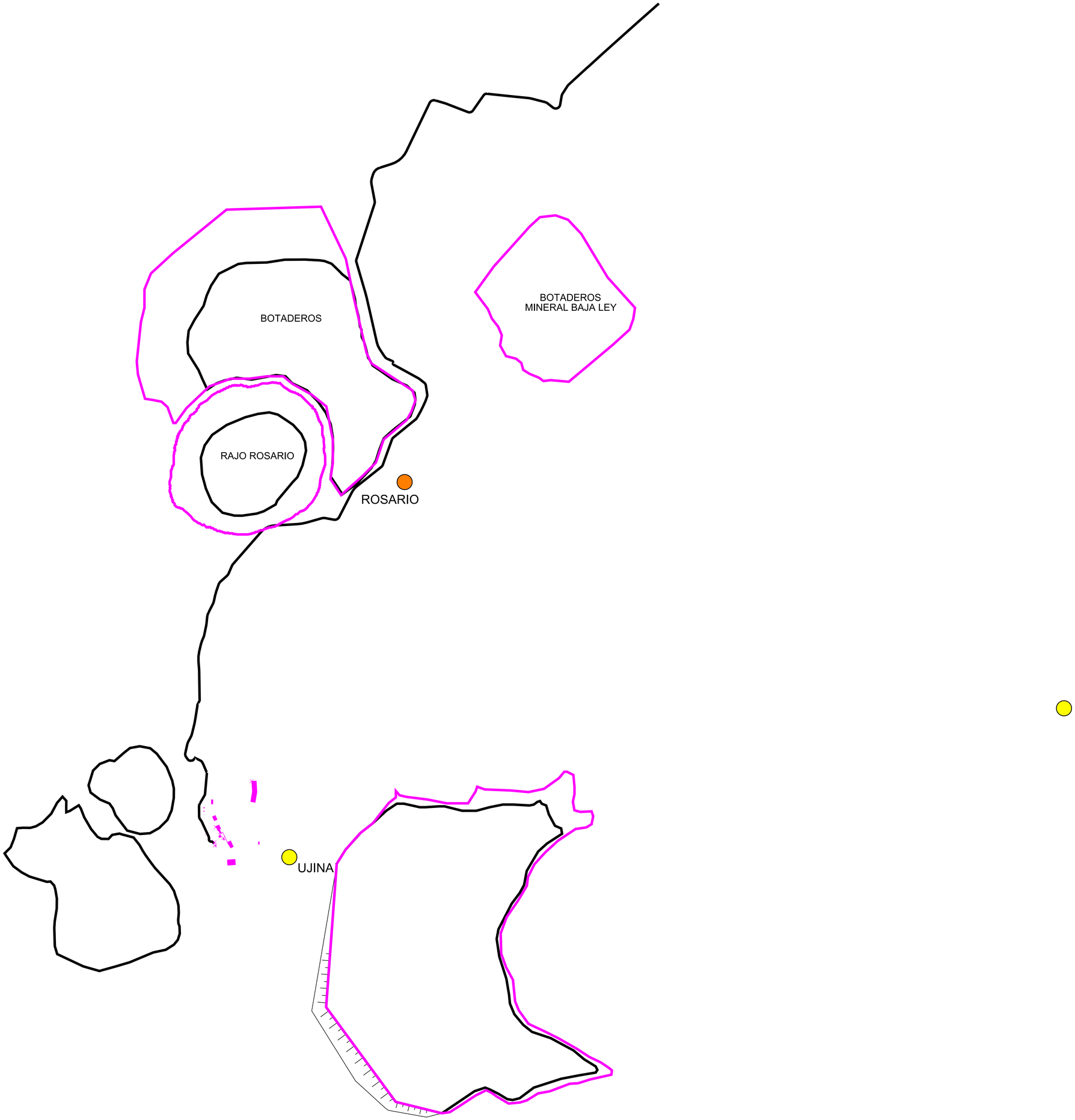
El monitoreo de post-cierre tendrá como finalidad evaluar la efectividad de las medidas consideradas en el plan de cierre y abandono del proyecto.

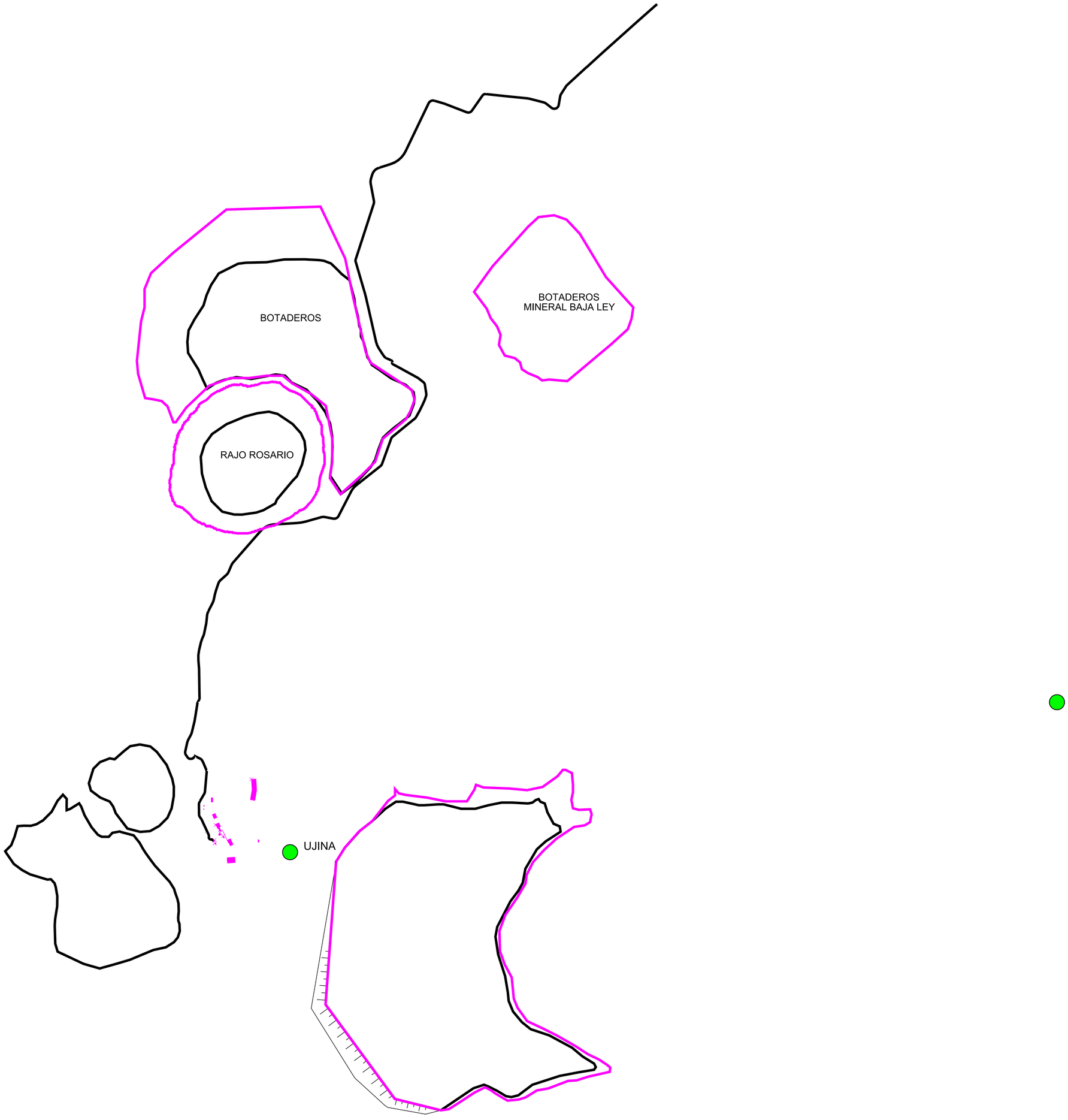
Se anticipa que dicho plan deberá incluir básicamente un programa de monitoreo de los recursos hídricos y flora-fauna asociada en el área Mina-Planta, bajo un esquema similar al propuesto en el presente programa de monitoreo de operación. No se prevé la necesidad de monitorear otras variables ambientales después del cierre del proyecto.

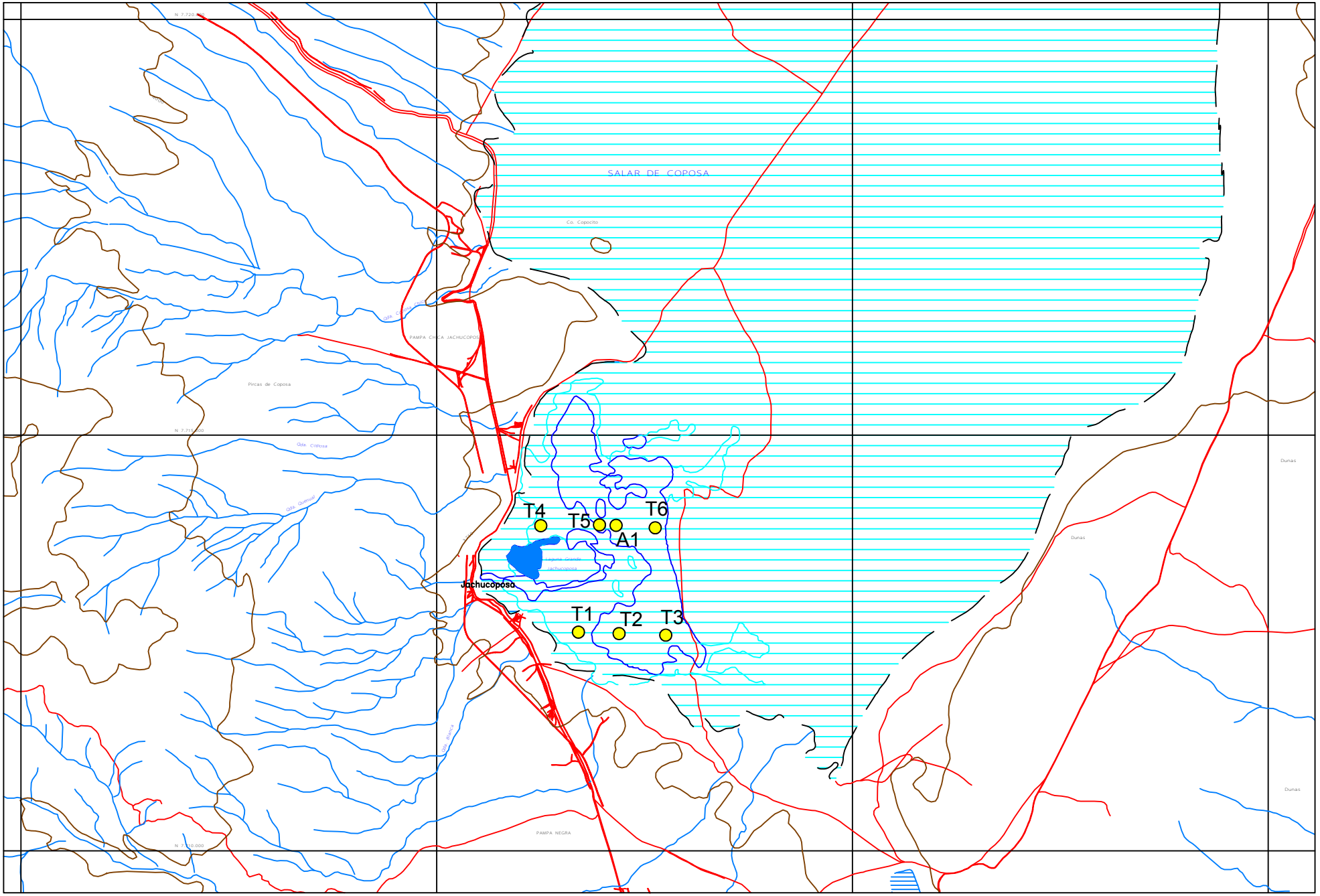

BOTADEROS
BOTADEROS
MINERAL BAJA LEY
RAJO ROSARIO



ESTACIONES DE MONITOREO DE FLORA Y FAUNA
AREA MINA PLANTA
FIGURA 8.5

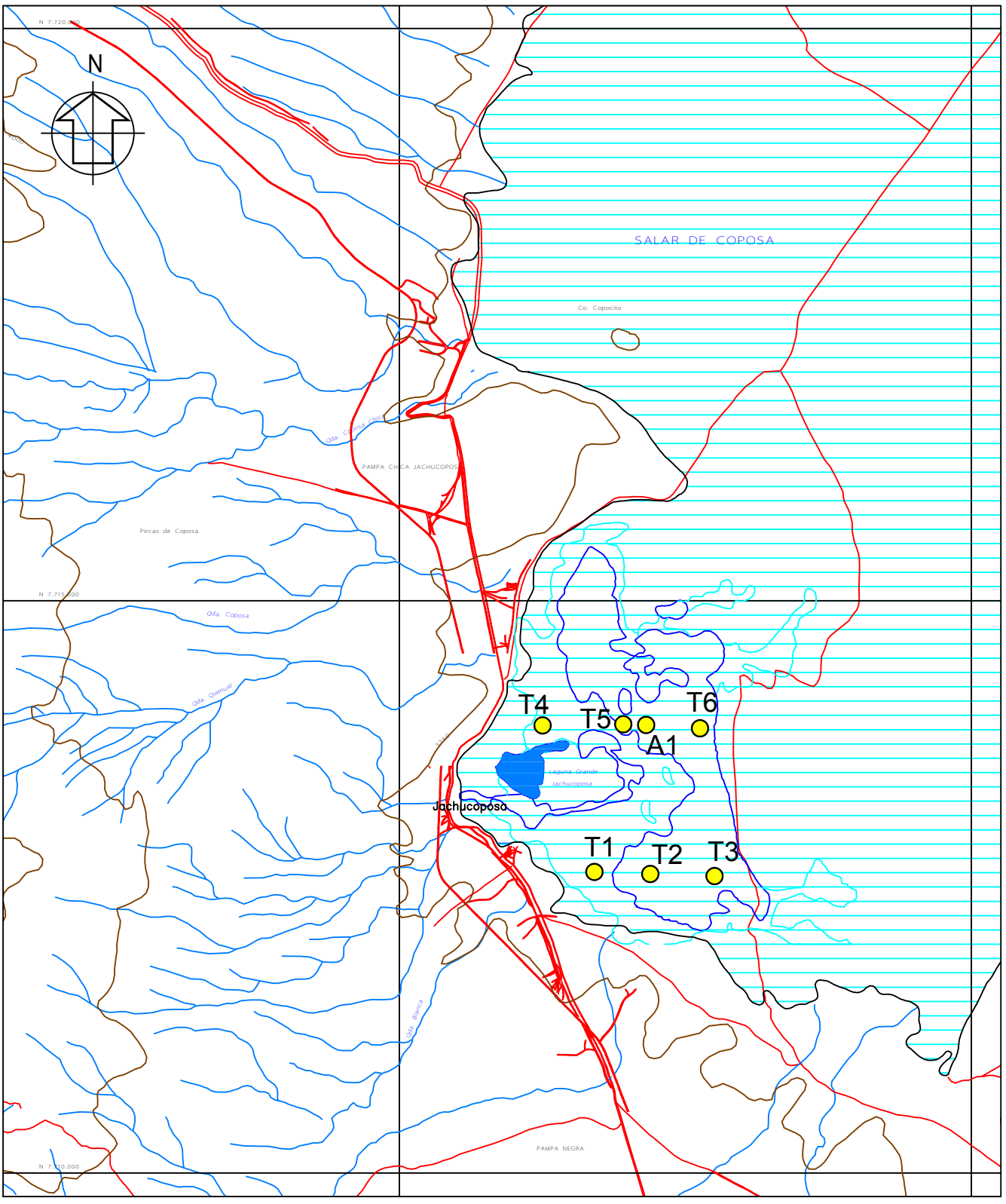

BOTADEROS
BOTADEROS
MINERAL BAJA LEY
RAJO ROSARIO
ROSARIO
UJINA


BOTADEROS
BOTADEROS
MINERAL BAJA LEY
RAJO ROSARIO
UJINA



SIMBOLOGIA

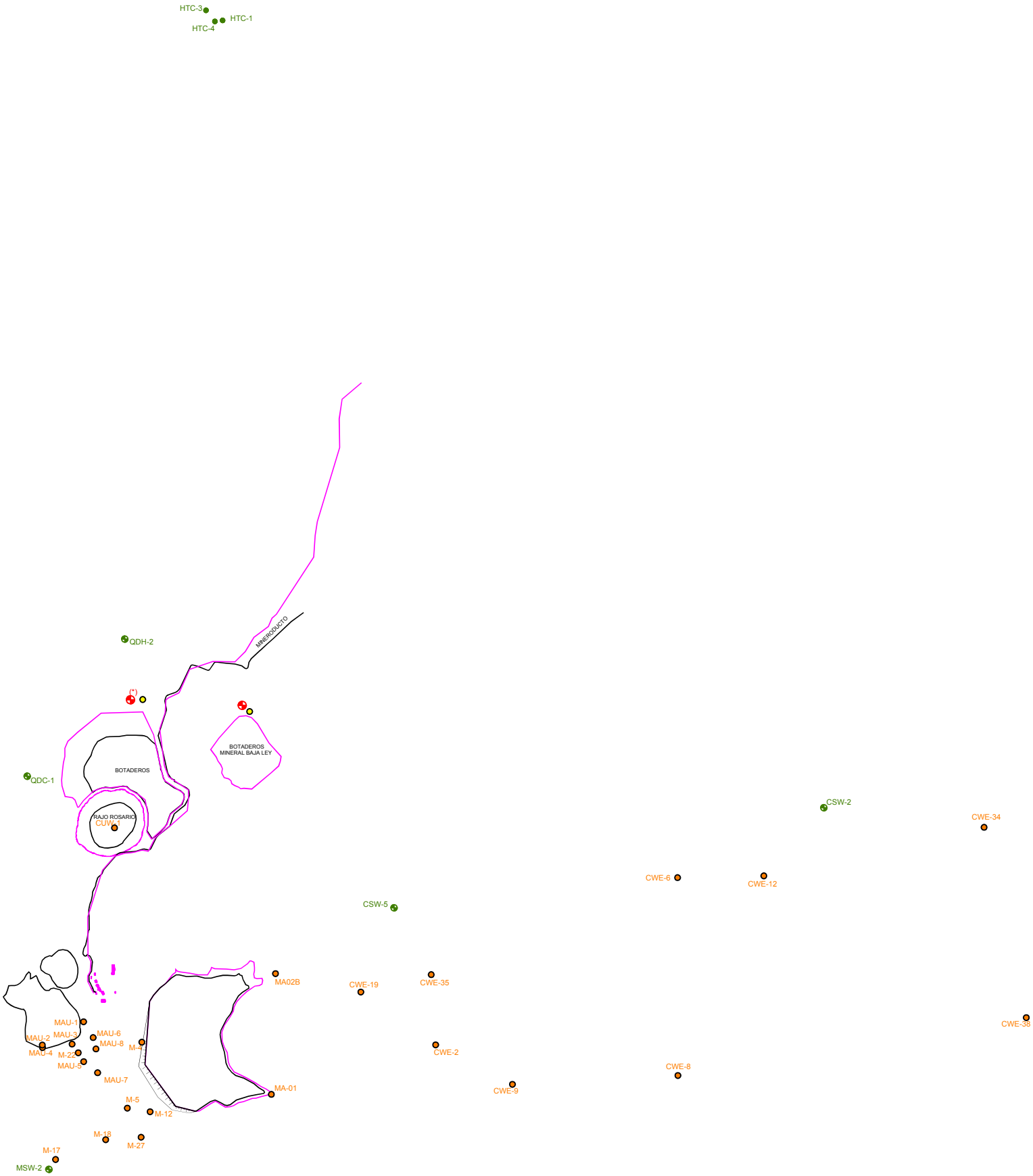
ESTACIONES DE MUESTREO PLANCTON

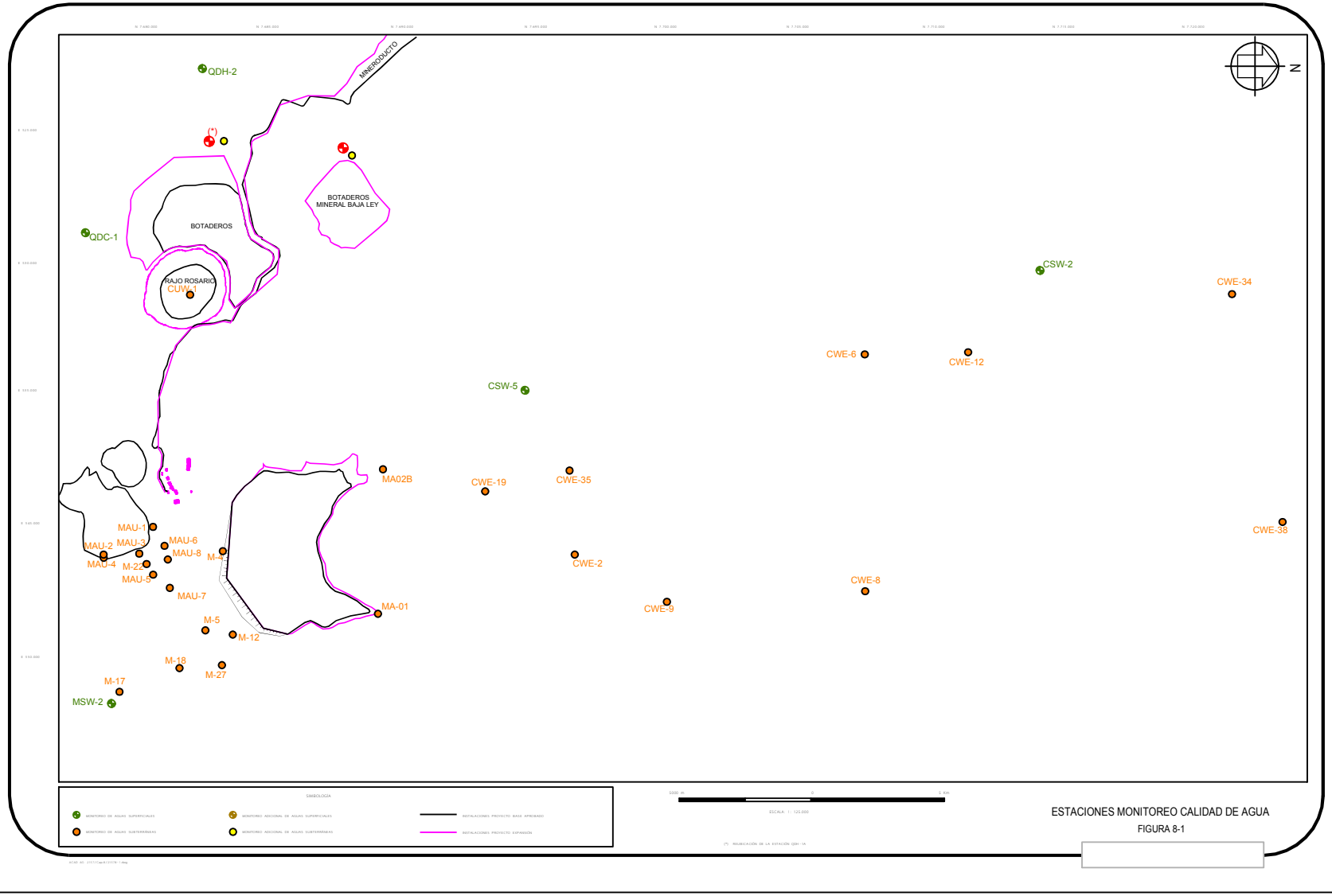


ESTACIONES DE MONITOREO LIMNOLOGÍA

FIGURA 8.2

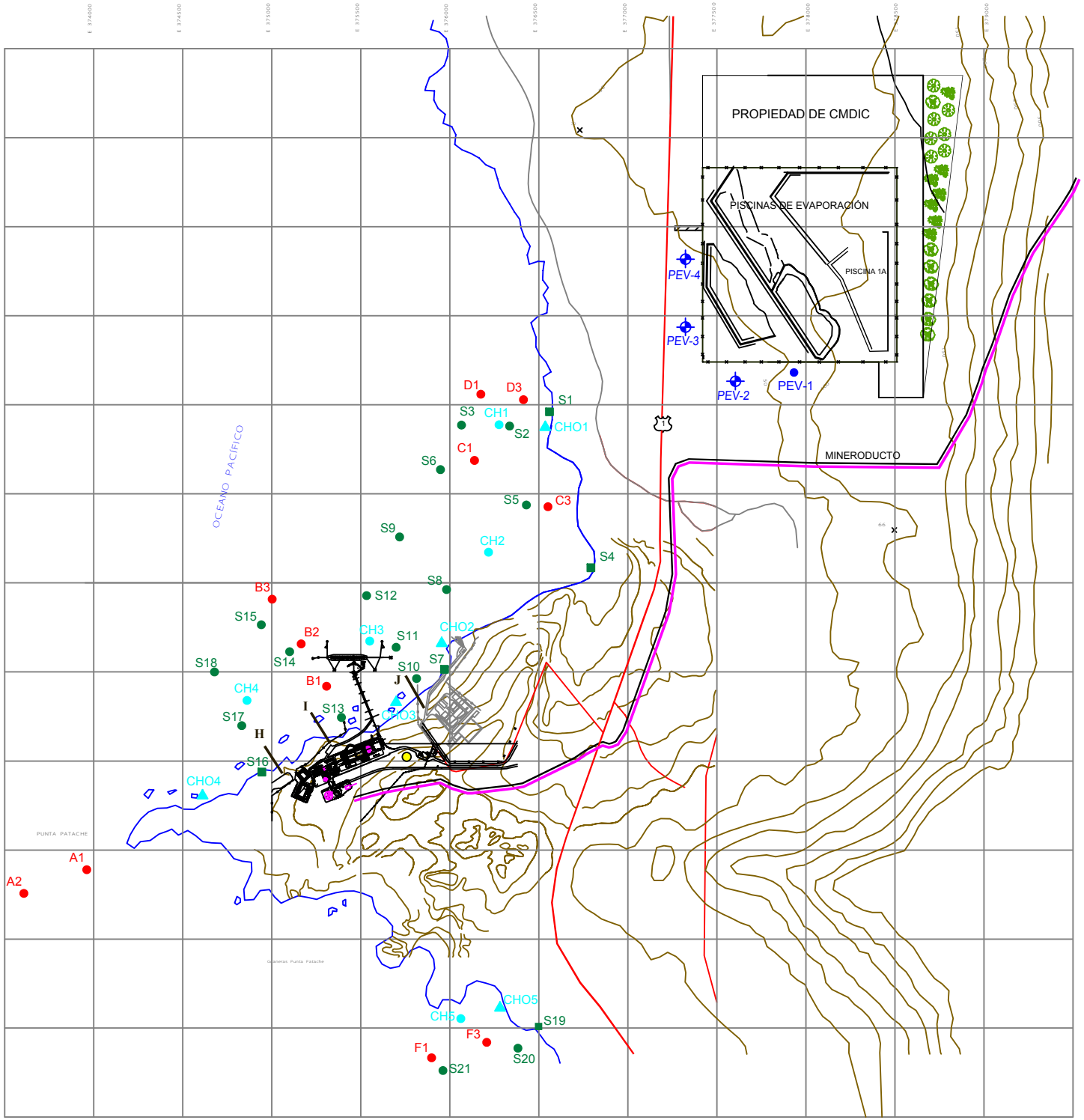
ACAD AG: 2157/Cap.8/21578-2.dwg

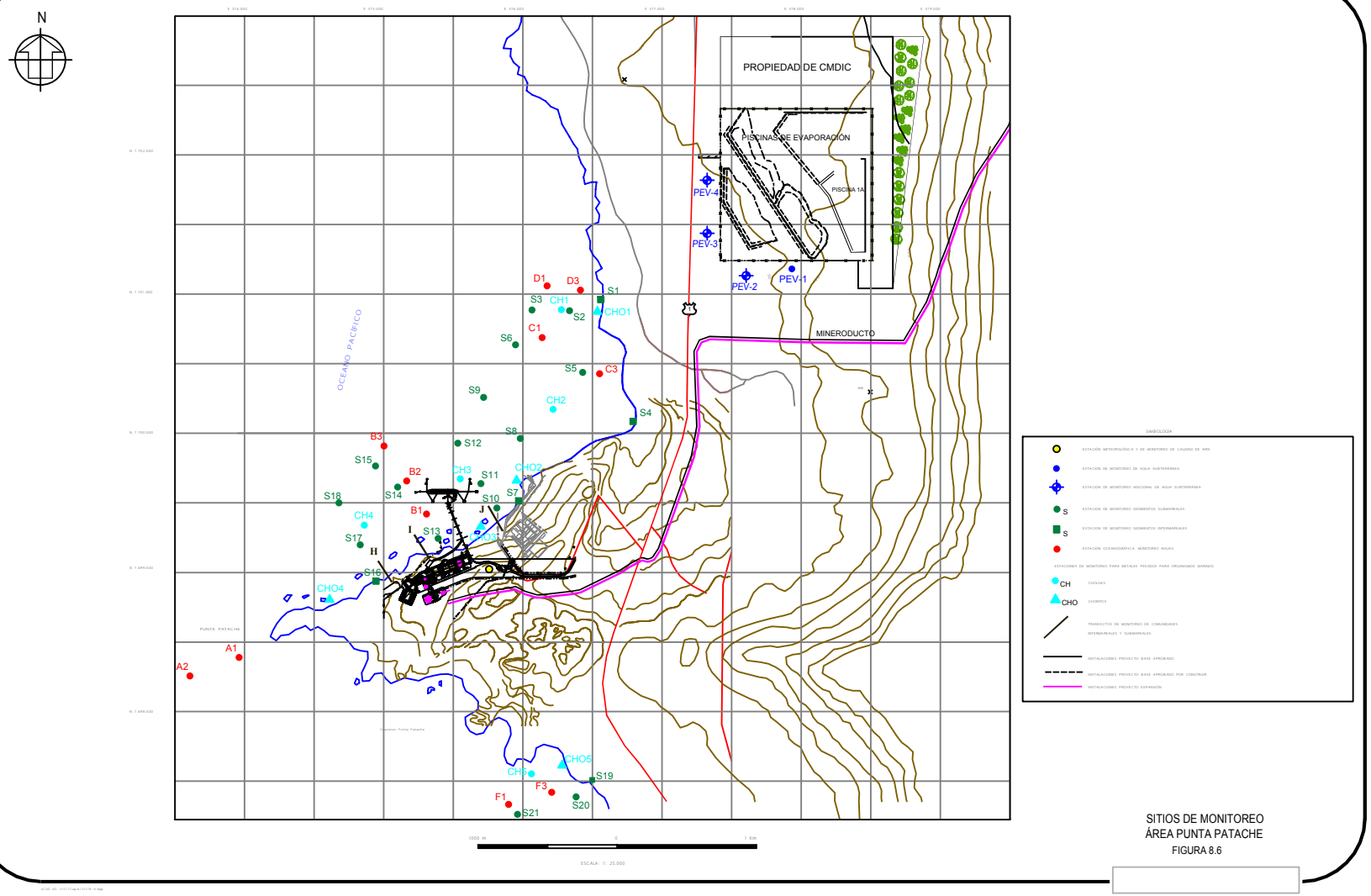

HTC-3
HTC-1
HTC-4
MINERODUCTO
QDH-2
BOTADEROS
MINERAL BAJA LEY
BOTADEROS
QDC-1
RAJO ROSARIO
CUM-01
CSW-2
CWE-34
CWE-6
CWE-12
CSW-5
MA02B
CWE-19
CWE-35
CWE-38
MAU-1
MAU-3
MAU-6
MAU-2
MAU-8
MAU-4
M-22
MAU-5
CWE-2
MAU-7
CWE-8
CWE-9
MA-01
M-5
M-12
M-18
M-27
M-17
MSW-2



ESTACIONES MONITOREO CALIDAD DE AGUA

FIGURA 8-1


PROPIEDAD DE CMDIC
PISCINAS DE EVAPORACIÓN
PISCINA 1A
PEV-4
PEV-3
PEV-2
PEV-1
MINERODUCTO
OCEANO PACIFICO
PUNTA PATACHE
D1
D3
S1
S3
CH1
S2
CHO1
C1
S6
S5
C3
S9
CH2
S4
S8
B3
S12
S15
B2
CH3
S11
CHO2
S18
S14
S10
S7
B1
J
CH4
I
S13
CHO3
S17
H
S16
CHO4
A1
A2
CHO5
CH5
S19
F3
F1
S20
S21



SITIOS DE MONITOREO
ÁREA PUNTA PATACHE
FIGURA 8.6

CAPÍTULO 9

PARTICIPACIÓN CIUDADANA

9.1 INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se describen las actividades realizadas por Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi S.C.M. en el marco del plan de Participación Ciudadana anticipada del Proyecto Expansión 110 ktpd. Se presentan los resultados obtenidos hasta la fecha de tales iniciativas, en términos de opiniones, expectativas e inquietudes planteadas por la comunidad respecto del proyecto. Asimismo, se indica la forma en que estos temas han sido incorporados en la planificación y diseño del proyecto, cuando ello ha sido posible.

9.2 MARCO LEGAL

La participación de la comunidad en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental está regulada en el párrafo 3º de la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente. En él se establece que corresponderá a las Comisiones Regionales y a la Comisión Nacional del Medio Ambiente (según sea el caso) establecer los mecanismos que aseguren la participación informada de la comunidad organizada en la calificación de los Estudios de Impacto Ambiental (artículo 26).

La ley señala que dentro de los diez días de presentado un EIA, el interesado o proponente deberá publicar en el Diario Oficial y en un diario de la capital de la región respectiva, o en su defecto en un diario de circulación nacional, un extracto visado por la autoridad, en este caso la CONAMA, Primera Región de Tarapacá, identificando el proponente, localización del proyecto, tipo de proyecto, monto de la inversión, principales efectos ambientales y medidas mitigadoras propuestas (artículo 27).

Las organizaciones ciudadanas con personalidad jurídica, por medio de sus representantes legales, y las personas naturales directamente afectadas, podrán imponerse del contenido del EIA y del tenor de los documentos acompañados (artículo 28). Ellas podrán formular observaciones al EIA ante el organismo competente, en un plazo de 60 días hábiles desde la publicación del extracto. La Comisión ponderará en los fundamentos de su resolución estas observaciones, debiendo notificar a quien las hubiere formulado (artículo 29).

Por otra parte, el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental establece en el Título III, letra j) del párrafo 1º, que los EIA deberán incluir la descripción de las acciones realizadas previamente a la presentación del mismo, en relación a consultas y/o encuentros con organizaciones ciudadanas o con personas naturales directamente afectadas, incluyendo los resultados obtenidos de dichas iniciativas.

9.3 PROGRAMA DE RELACIONES CON LA COMUNIDAD

La existencia de relaciones de cooperación entre la empresa proponente y la comunidad involucrada es importante para un buen desarrollo del proyecto. De esta manera se cuenta con una posibilidad concreta de conciliar los múltiples intereses representados por las diversas partes involucradas. Por ello, Collahuasi tiene como política mantener canales de interacción con los miembros de la comunidad, de modo de compartir una visión común sobre el proyecto, generando relaciones de cooperación y entendimiento con la comunidad, e identificando adecuadamente eventuales conflictos ambientales y sociales que pudiesen presentarse.

El Programa de Relaciones con la Comunidad tiene los siguientes objetivos específicos en el Proyecto Expansión 110 ktpd:

- Definir e identificar a los integrantes de la comunidad relacionada con el proyecto, a quienes se orientarán las acciones del presente plan.

- Informar y difundir a los distintos grupos locales, respecto de las características y alcances del proyecto.

- Recabar información que permita identificar y dimensionar las necesidades, inquietudes y expectativas de la comunidad, con el fin de evaluar la posibilidad de ser incorporadas en el diseño y planificación de las actividades del proyecto, en la medida que ello sea compatible con los parámetros del proyecto.

- Reforzar la inserción de la empresa en el área, favoreciendo oportunidades de desarrollo mutuo.

Para cumplir con los objetivos anteriormente expuestos, el Programa se desarrolla en dos etapas:

a) Actividades de comunicación, enfocadas a difundir los alcances del proyecto y recabar la opinión de la comunidad.

b) Evaluación de los resultados de dichas actividades para incorporarlos en la planificación y diseño del proyecto, en la medida en que ello sea posible.

Complementariamente, y basado en los planteamientos de la ley 19.300 relativos a la participación ciudadana, así como lo indicado en el Párrafo 1° del Título V del Reglamento del SEIA, se llevarán a cabo las siguientes actividades o acciones durante el período de evaluación del EIA:

- Reunión con la CONAMA I Región de Tarapacá, a fin de acordar un calendario y programar futuras reuniones con la comunidad, según sea pertinente.

- Publicación del extracto del EIA del proyecto en el Diario Oficial y en un diario o periódico de la I Región de Tarapacá.

- El EIA será puesto a disposición de las autoridades locales y de la comunidad para que la ciudadanía se entere de su contenido y pueda realizar observaciones y/o consultas dentro del plazo legal.

Estas acciones permitirán informar a la ciudadanía sobre el proceso de evaluación ambiental del proyecto y recibir de ella observaciones e inquietudes.

9.4 ACTIVIDADES DE COMUNICACIÓN RELACIONADAS CON LA PARTICIPACIÓN CIUDADANA

Durante los meses de enero y febrero de 2001 se llevaron a cabo las actividades de participación ciudadana anticipada en el marco del Proyecto Expansión 110 ktpd. Con las autoridades se efectuaron las siguientes actividades:

- Presentación del proyecto de expansión y del alcance del Estudio de Impacto Ambiental al Comité Técnico de la COREMA de la III Región de Tarapacá, realizada en Iquique, en el salón de la Secretaría Regional Ministerial de Educación, el 18 de enero de 2001.

- Presentación del proyecto de expansión a la COREMA de la III Región de Tarapacá, realizada en la sala de sesiones de la Intendencia de Iquique, el 1 de febrero de 2001.

Con las comunidades involucradas se realizó un total de tres reuniones de presentación del proyecto de expansión, en las siguientes localidades:

- Pica;
- Pozo Almonte; e
- Iquique.

El programa de reuniones fue el siguiente:

REUNIONES CON COMUNIDADES

Localidad / Lugar	Nº de asistentes	Fecha
Pica, salón O'Higgins	63	23 de enero de 2001
Pozo Almonte, salón múltiple Pozo Almonte	33	24 de enero de 2001
Iquique, Hotel Arturo Prat, salón Thompson	83	24 de enero de 2001

La cobertura territorial de las presentaciones del proyecto a la comunidad permitió identificar y comparar los intereses, inquietudes e información existente entre las diferentes comunas que de una u otra forma están relacionadas con el proyecto, principalmente por su cercanía relativa o ubicación junto al camino de acceso.

9.5 RESULTADOS DE LAS ACTIVIDADES DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA

Las presentaciones del proyecto en las diversas comunas permitieron informar adecuadamente sobre el objetivo y alcance del proyecto de expansión, y sobe todo acerca de los efectos ambientales y las medidas de mitigación y control previstas por Collahuasi. Asimismo, estas reuniones permitieron recabar la opinión de las personas que viven en las localidades más próximas, en términos de inquietudes y expectativas relacionadas con la operación actual y la expansión futura.

A continuación se señalan los resultados específicos más importantes que tienen relación con el proyecto, obtenidos en la etapa temprana de participación ciudadana, sobre la base de lo manifestado por las autoridades y la comunidad. Los resultados se presentan agrupados por temas.

9.5.1 Temas Relacionados con los Recursos Hídricos

- En Pica se consultó si existe alguna relación entre las aguas de las cuencas de Coposa y Michincha (desde donde se extraerá agua para el proyecto) con las aguas que abastecen a la localidad de Pica y alrededores, y si éstas últimas pueden verse afectadas.

- En diversas presentaciones se consultó si se afectarían las vertientes de los Salares de Coposa y Michincha y cómo se llevaría a cabo la recarga artificial de estas vertientes para mitigar el impacto.

- Se manifestó inquietud por los recursos hídricos que abastecen Guatacondo y el posible efecto que puede tener el proyecto en ellos.

- Se consultó si es posible retornar el agua de filtración desde el sector de Punta Patache hacia el área de Collahuasi o Pica para ser aprovechada, y si se han estudiado alternativas de desalinización de agua de mar.

- Se consultó si el tranque de relaves puede contaminar las napas subterráneas.

- En la presentación a la COREMA se consultó sobre la cantidad de agua aprobada ambientalmente en el EIA de 1995.

- El comité Técnico consultó acerca del modelo hidrogeológico que se está utilizando para evaluar los impactos de la extracción de agua subterránea, específicamente si se trata de un nuevo modelo o del modelo aplicado en el proyecto original.

9.5.2 Temas Relacionados con el Mineroducto

- Se consultó en prácticamente todas las presentaciones sobre posibilidades de rotura del mineroducto, los efectos ambientales de un eventual derrame de concentrado, y las medidas de mitigación y control previstas.

- Se consultó si continúa la operación del actual mineroducto y por qué aproximadamente el 15% del nuevo mineroducto va por un trazado diferente al actual.

- Se consultó su existe otra alternativa para el transporte del concentrado, que no sea en tubería utilizando agua.

- Se consultó si las aguas de filtración en Punta Patache son descartadas o recirculadas.

9.5.3 Temas Relacionados con el Transporte y Caminos

- La comunidad de Pozo Almonte manifestó preocupación por el transporte de sustancias peligrosas, como el ácido, y los riesgos de accidente, por ejemplo por fallas humanas y cansancio de los conductores.

- En Pozo Almonte se consultó sobre la posibilidad que se construya un by-pass por el sector sur de esta localidad, similar al camino existente por el lado norte.

- En la presentación al Comité Técnico se consultó sobre el efecto de la expansión del tranque de relaves en el camino público que pasa por ese sector.

- Se consultó sobre la posibilidad de mejorar, con propósitos turísticos, el camino que sube por Guatacondo y que pasa por el área del proyecto.

9.5.4 Temas Relacionados con Oportunidades de Trabajo y Capacitación

- La comunidad consultó sobre posibilidades de recibir capacitación agrícola para hacer un mejor uso del agua, por ejemplo a través de riego tecnificado.

- En Iquique se consultó sobre la posibilidad que Collahuasi adquiera compromisos de requerir servicios de empresas y proveedores locales.

9.5.5 Temas Relacionados con el Riego Forestal

- Se consultó sobre las especies de árboles que son plantadas en Punta Patache.

- Se consultó si es posible utilizar el agua de filtración en el riego de cítricos.

- El Comité Técnico solicitó tener acceso a la información del proyecto de forestación de Punta Patache.

- Se consultó sobre los posibles impactos del riego forestal en las aguas de mar y el suelo.

9.6 INCORPORACIÓN DE RESULTADOS DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA AL PROYECTO

Los resultados obtenidos en el proceso de participación ciudadana anticipada han servido para revisar las distintas acciones y obras de proyecto de expansión, evaluando en cada caso las razones objetivas que pueden fundar las inquietudes de la población. En algunos casos fue posible comprobar la ausencia de razones objetivas para suscitar la preocupación de la comunidad. Estos problemas se resuelven entonces por la vía de documentar y justificar mejor las características del proyecto y su relación con el medio, garantizando que no existirán motivos para mayor inquietud en la población. Estos casos de solución más directa serán informados adecuadamente a la comunidad. Algunas de las preocupaciones fueron directamente respondidas durante las presentaciones. En el resto de los casos, Collahuasi ha adoptado medidas específicas, acordes con las perspectivas o preocupaciones planteadas por la comunidad.

Los espacios para la participación ciudadana no terminan con la información de la Compañía hacia la comunidad y, en sentido inverso, con la recepción de diversas opiniones emanadas de ésta última. Por el contrario, este trabajo de participación ciudadana constituye parte de las gestiones que ha venido desarrollando Collahuasi desde el proyecto original en el marco de un trabajo de cooperación conjunta, de largo plazo.

Por último, se debe considerar que la comunidad tendrá la oportunidad de emitir observaciones formalmente por escrito a la CONAMA de la I Región de Tarapacá, dentro del plazo de 60 días estipulado en la ley, debiendo la autoridad ponderar dichas opiniones en el proceso de evaluación del proyecto.

A continuación se presentan las respuestas y aclaraciones a los temas planteados por la comunidad sobre el proyecto de expansión y las operaciones de Collahuasi en general, así como las iniciativas y medidas consideradas por la compañía en estas materias.

9.6.1 Temas Relacionados con los Recursos Hídricos

- De acuerdo con todos los antecedentes geológicos e hidrogeológicos disponibles se ha establecido que no existe conexión entre las aguas de las cuencas de Coposa ni de Michincha con las fuentes de agua que abastecen a la zona de Pica. Las cuencas de Coposa y Michincha son endorreicas o cerradas, y sólo existe conexión de aguas subterráneas entre ambas cuencas. Eventualmente, debido a una dirección de flujos con orientación hacia el nor-este, la cuenca de Coposa podría tener algún tipo de drenaje hacia la cuenca del Salar de Empexa, en Bolivia. Estos antecedentes han sido ratificados públicamente por la Dirección General de Aguas en base a estudios elaborados por ese mismo servicio.

En términos técnicos existen barreras geológicas entre estas cuencas y las que drenan hacia el poniente (rocas con núcleo muy compacto en la precordillera y Altos de Pica); se ha establecido además que existen diferencias químicas y de dataciones entre las respectivas aguas, lo que refuerza la conclusión antes mencionada. Por lo tanto, las captaciones de agua subterránea de Collahuasi en las cuencas de Coposa y Michincha no generarán ningún tipo de efecto en los recursos hídricos de Pica y sus alrededores.

- Respecto de las vertientes de los Salares de Coposa y Michincha, mediante el empleo de un modelo hidrogeológico se ha establecido que las captaciones de agua subterránea podrían en el futuro generar una reducción de caudales en estas vertientes, como respuesta a la extensión de los conos de depresión de la napa causados por los bombeos (ver Capítulo 6). Para mitigar este posible impacto ambiental y evitar que se afecten las lagunas y la flora y fauna asociada, está previsto llevar a cabo una recarga artificial de las vertientes. Esta medida ya fue comprometida por Collahuasi en el EIA de 1995 para la vertiente Jachucoposa (Salar de Coposa) y aprobada por la autoridad ambiental. La recarga artificial se realizaría conduciendo agua suficiente a través de un pequeño ducto o tubería desde el campo de pozos hacia el sector de la vertiente respectiva. La calidad de las aguas deberá ser similar a la de la vertiente. La recarga se aplicaría en el mismo punto donde afloran las aguas de la vertiente, siendo los caudales requeridos relativamente pequeños en comparación con los caudales extraídos en los pozos; por ello, la obtención de los caudales de recarga no implicará impactos hidrogeológicos adicionales. En efecto, en el caso de Coposa se estima que la vertiente podría experimentar una disminución máxima del orden de 15 a 20 L/s, representando sólo un 2% del caudal extraído desde esta cuenca. En el caso de Michincha, se estima que la vertiente podría experimentar una disminución máxima del orden de 2 L/s, representando sólo un 2,5% del caudal extraído desde esta cuenca. En el peor escenario sería necesario aumentar las tasas de bombeo hasta en unos 24 L/s (la captación total de la operación expandida será de 947 L/s), todo ello ajustado a los derechos de aprovechamiento otorgados a Collahuasi. Las recargas artificiales se mantendrían durante el tiempo necesario hasta que se restablezcan los niveles originales en las vertientes.

- En la Quebrada Huinquintipa, que drena hacia la Quebrada de Guatacondo, la operación del rajo Rosario y los botaderos de estéril asociados pueden eventualmente generar una reducción de caudales debido al descenso que puede ocasionar el rajo en las napas locales, y una eventual acidificación de las aguas por la presencia de la roca estéril depositada en este sector. Ambos efectos potenciales serán mitigados, existiendo el compromiso de Collahuasi (desde 1995) de mantener la calidad y cantidad del agua natural de la Quebrada Huinquintipa, medida que en su oportunidad fue aprobada por la autoridad. Para ello existe un plan de prevención y control de drenajes ácidos en los

botaderos (ver secciones 7.3.3 y 7.4.3 del Capítulo 7). En caso que los programas de monitoreo evidencien alguna reducción de caudal atribuible al proyecto (y no a condiciones climáticas), se contempla efectuar una recarga artificial en la Quebrada Huinquintipa, similar a la señalada anteriormente para las vertientes de Coposa y Michincha. El caudal de esta quebrada alcanza valores de hasta 26 L/s en el área del proyecto, de modo que su mitigación no implica extracciones adicionales significativas de agua.

- Por otra parte, las alternativas de retornar el agua de filtración desde el sector de Punta Patache hacia el área de Collahuasi o Pica y la desalinización de agua de mar, no son factibles económicamente. Esto se debe fundamentalmente a que la diferencia de elevación entre Punta Patache y el área de la mina es de más de 4.000 metros, por lo que la impulsión de agua en estas condiciones es económicamente inviable.

- En relación con posibles efectos del tranque de relaves en las napas subterráneas, tal como se señaló en la sección 2.2.10 del Capítulo 2, se ha estimado que entre 97 y 117 L/s de agua de relaves se infiltran al subsuelo en las zonas de contacto relave/terreno natural. El EIA aprobado en el año 1995 para la operación actual establece que debido a la calidad de esta agua y la tasa de dilución de los escurrimientos subterráneos, esta infiltración no ocasionará efectos adversos de relevancia en las aguas subterráneas, toda vez que los escurrimientos se dirigen hacia los campos de pozos de Collahuasi donde se extrae agua subterránea para el proceso. Como medidas de control y mitigación se contempla el monitoreo de las aguas en el perímetro aguas abajo del tranque de relaves y la eventual intercepción de las infiltraciones si el monitoreo acusa algún efecto de importancia (ver secciones 7.3.4 y 7.4.4 del Capítulo 7).

- En el EIA de 1995 se aprobó ambientalmente una extracción permanente de 610 L/s desde la cuenca de Coposa, con máximos de hasta 1.050 L/s en períodos de puesta en marcha. Actualmente se extraen del orden de 550 L/s, lo que demuestra la preocupación de la compañía por minimizar los requerimientos de agua fresca, maximizando la recirculación y reutilización de las mismas aguas de proceso y controlando las pérdidas de las mismas.

- La evaluación de los recursos hídricos subterráneos y de los impactos de la extracción en los niveles freáticos y las vertientes de Coposa y Michincha se realizó utilizando como herramienta matemática el modelo Visual MODFLOW, de amplia aplicación a nivel mundial. Este modelo se alimentó con información geológica, hidrológica e hidrogeológica actualizada, es decir, aprovechando los antecedentes de sondajes, pruebas de bombeo e interpretaciones hidrogeológicas recientes, no disponibles en el año 1995, cuando se realizó el modelo para el proyecto original. El modelo (actualizado

respecto del anterior) fue debidamente calibrado en función de la respuesta real de los acuíferos a la extracción de agua en los pozos de producción, la cual se mide en pozos de observación. Es decir, el modelo reproduce satisfactoriamente el comportamiento del acuífero, y puede en consecuencia utilizarse para pronosticar los efectos del bombeo a futuro.

9.6.2 Temas Relacionados con el Mineroducto

- El mineroducto actual cuenta con una serie de medidas de control, prevención de riesgos y contingencias para evitar impactos ambientales significativos debido a eventuales problemas o roturas en el ducto. El mineroducto va enterrado en todo su trayecto y cuenta con estaciones disipadoras de energía para reducir la presión y velocidad del concentrado dentro del ducto, manteniendo un flujo controlado. Además existen piscinas de emergencia a lo largo del trazado, las cuales pueden recibir el contenido del mineroducto en caso que sea necesario vaciarlo. El estado del mineroducto es monitoreado a distancia, desde la sala de control de la planta concentradora (básicamente se monitorean las condiciones de presión y velocidad), lo que permite adoptar inmediatamente las medidas de contingencia pertinentes en caso que se detecte algún problema, como por ejemplo el accionamiento de las válvulas de vaciado hacia las piscinas. De esta forma, la probabilidad que ocurra algún incidente de derrame significativo de concentrado en el mineroducto es mínima. Estas mismas medidas serán aplicadas en el nuevo mineroducto del proyecto de expansión.

- El actual mineroducto tiene capacidad para transportar un millón de toneladas de concentrado al año, y seguirá operando en paralelo con el nuevo mineroducto. En aproximadamente un 85% del trazado ambos ductos ocuparán la misma servidumbre (irán uno junto al otro). En el sector alto del trazado, cerca del área Mina-Planta, por razones de topografía fue necesario cambiar el trazado del nuevo mineroducto para optimizar el recorrido, tal como se muestra en las figuras del Capítulo 2.

- El transporte de concentrado en tubería hacia Punta Patache implica un uso menor de agua, del orden de 21 L/s, que representa sólo el 3,8% del consumo de agua de la operación de Collahuasi. Se trata de aguas de proceso, no aptas para consumo humano o riego. Últimamente la mayoría de los proyectos mineros de cobre que producen concentrados utilizan mineroductos (por ejemplo Escondida en la II Región y Los Pelambres en la IV Región, y Disputada de Las Condes en la Región Metropolitana que transporta por ducto el mineral hacia la planta de procesos). La alternativa es el empleo de camiones, pero constituye una actividad con mayores impactos en términos ambientales y de seguridad debido al flujo vehicular y la necesidad de pasar por localidades y ciudades, con los riesgos que eso conlleva.

- El concentrado de cobre que se conduce por el mineroducto desde la planta concentradora hasta el terminal de embarque es filtrado en el sector de Punta Patache para retirar el agua y obtener un producto seco. Las aguas (unos 21 L/s actualmente) no son descartadas al mar; ellas se envían a piscinas de evaporación y se utilizan parcialmente en el desarrollo de un plan de forestación con riego controlado, a unos 5 kilómetros al noreste del terminal.

9.6.3 Temas Relacionados con el Transporte y Caminos

- El transporte de insumos y productos de Collahuasi, y en particular el transporte de sustancias peligrosas, se realiza bajo estrictas medidas de seguridad, como se desprende de los planes de prevención de riesgos y de contingencias presentados en las secciones 7.3.1 y 7..4.1 del Capítulo 7. Collahuasi exige por contrato que los proveedores y transportistas cuenten con planes adecuados y utilicen vehículos en perfectas condiciones. Para prevenir accidentes por fallas humanas y cansancio se les exige, además, que los conductores cuenten con la debida capacitación, y se establece un máximo de horas de conducción, de tal forma que los conductores tomen los descansos necesarios. Por otra parte, se debe considerar que la legislación vigente en Chile exige que el transporte de sustancias peligrosas se someta al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (por sobre ciertos volúmenes mensuales mínimos).

- El Proyecto de Expansión 110 ktpd Planta Concentradora Collahuasi no tiene contemplado en la actualidad la construcción de un nuevo camino o by-pass. Se hará uso del camino de acceso existente que fue construido por la compañía como parte del proyecto original. No obstante, la compañía está dispuesta a colaborar en iniciativas que tome la autoridad sobre esta materia, como por ejemplo un by-pass en el sector sur de Pozo Almonte, considerando que las vías son utilizadas no sólo por esta empresa minera, sino por otras operaciones similares de la zona con consumos, por ejemplo, de ácido sulfúrico mayores que Collahuasi, y adicionalmente por el público en general.

- El camino público que pasa por el sector del tranque de relaves ya fue materia de evaluación en el proyecto original (1995). Por lo tanto, el cambio de trazado en ese sector está ya considerado y autorizado, independientemente de este proyecto de expansión.

- Collahuasi no hace uso del camino que sube por Guatacondo. En consecuencia, no está considerado ningún trabajo de mejoramiento en él, como tampoco trazados alternativos. En el sector de la Mina-planta Collahuasi habilitó un nuevo camino que pasa por el lado sur de los botaderos de estéril, de tal forma que la operación no afecta esta vía de circulación.

9.6.4 Temas Relacionados con Oportunidades de Trabajo y Capacitación

- Collahuasi contribuyó con la construcción y creación del Centro Tecnológico Minero (CTM), aportando el 100% del financiamiento para esos fines, el que imparte capacitación en la ciudad de Iquique y está abierto a la comunidad regional y nacional. Este centro da la oportunidad a las personas de la I Región de capacitarse y postular a puestos de trabajo en las operaciones mineras de Collahuasi y también de otras faenas. En la contratación de personal para el proyecto de expansión, la compañía dará preferencia a los postulantes de la I Región que aprueben los cursos en el CTM.

- Collahuasi también lleva a cabo actividades de capacitación en las comunidades vecinas, principalmente en temas asociados a la agricultura. Estas iniciativas se han materializado a través de cursos impartidos en las propias localidades por profesionales expertos. Collahuasi mantendrá en el tiempo esta contribución a la capacitación de la comunidad.

- En cuanto a generar y potenciar oportunidades de trabajo y negocio para proveedores y contratistas locales, Collahuasi está dispuesta a tener un acercamiento con las asociaciones y gremios de la Región, a fin de dar a conocer los requerimientos actuales y futuros en cuanto a insumos y servicios, y analizar aquellos que puedan ser proporcionados localmente, dando, en definitiva, la oportunidad a la Región de prepararse anticipadamente para alcanzar los estándares y requerimientos exigidos por la compañía. Se hace notar que hoy en día Collahuasi cuenta con porcentajes significativos de servicios contratados en la I Región, y ha contribuido a generar el establecimiento en esta región de importantes empresas, lo cual trae asociado empleos indirectos que se contratan localmente.

9.6.5 Temas Relacionados con el Riego Forestal

- En el sector de Punta Patache Collahuasi desarrolló un programa piloto de forestación, con una superficie de 24 hectáreas para aplicar mediante riego controlado el agua resultante de la filtración del concentrado, la cual se evapotranspira a la atmósfera a través de las hojas de las especies ahí plantadas. Las principales especies de árboles plantados en esta forestación son las siguientes: *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Acacia saligna* (Aromo), *Myoparum laetum* (Ngais) y *Cupressus macrocarpa* (Ciprés).

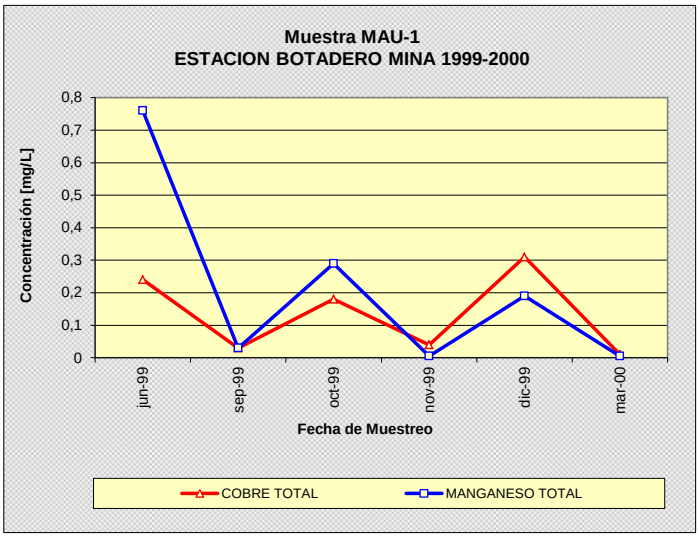
- La calidad del agua de filtración del concentrado no es apta para el riego de cítricos ni para el riego agrícola de especies a consumir por el hombre, sin tratamiento previo. Se trata de aguas de proceso que deben ser eliminadas de forma controlada. La aplicación en riego forestal también es utilizada exitosamente en otras faenas mineras. En la sección 2.2.10 del Capítulo 2 se presenta la caracterización típica de esta agua.

- La plantación forestal habilitada en Punta Patache cuenta con un diseño de ingeniería forestal elaborado por una empresa especializada. Los documentos correspondientes serán presentados a las autoridades competentes.

- El riego forestal con aguas de filtración se efectúa en forma tecnificada y controlada. Se utiliza el sistema de riego por goteo de tal forma que la cantidad de agua aplicada en cada árbol es equivalente a su demanda evapotranspirativa, eliminando la posibilidad de una percolación del agua en profundidad. Por lo tanto, la posibilidad que se genere un frente de infiltración hacia el mar es mínima. Inicialmente surgieron problemas de utilización en exceso de agua de riego, debido a la menor capacidad de evapotranspiración por el menor tamaño de los árboles pequeños. Con el tiempo, el crecimiento de los árboles ha permitido lograr una condición de equilibrio entre riego y evapotranspiración. El único impacto remanente de este sistema de eliminación del agua de filtración es la acumulación de sales en la capa superficial del terreno (1 a 2 metros superficiales). No obstante, se trata de terreno sin aptitud agrícola, con alternativas de uso muy limitadas y escasas. Por ello, el uso forestal que aplica Collahuasi utilizando aguas de proceso constituye una experiencia que puede ser de interés para la región, considerando el fuerte déficit hídrico y la carencia de suelos orgánicos, y sobre todo los resultados exitosos obtenidos con las especies plantadas.

Figura B-8

SEGUIMIENTO MONITOREO CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA SECTOR BOTADERO MINA Y TRANQUE DE RELAVES



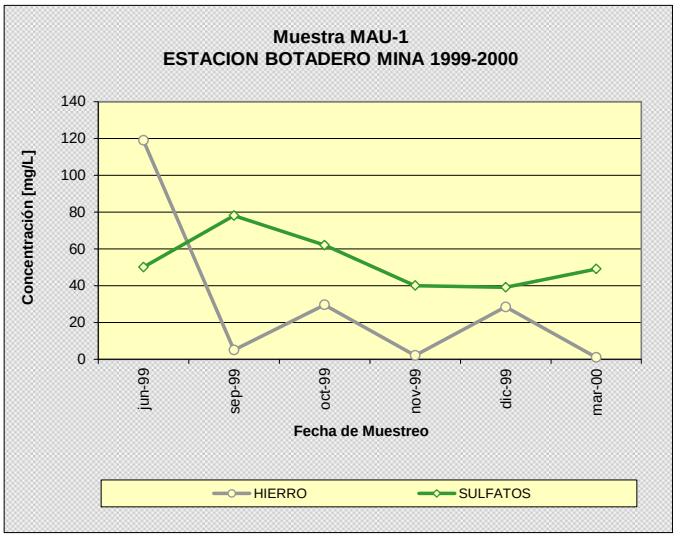


Figura B-9

SEGUIMIENTO MONITOREO CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA SECTOR BOTADERO MINA Y TRANQUE DE RELAVES

