



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL OPTIMIZACIÓN PROYECTO MINERO CERRO CASALE

RESUMEN EJECUTIVO

INDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	1
2.1	OBRAS PRINCIPALES CONTEMPLADAS ORIGINALMENTE (PROYECTO MINERO ALDEBARÁN)	1
2.2	OPTIMIZACIONES PRINCIPALES DEL PROYECTO MINERO CERRO CASALE	2
2.3	PARTES, ACCIONES Y OBRAS FÍSICAS DEL PROYECTO MINERO CASALE	3
3.	PLAN DE CUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL APLICABLE	4
3.1	NORMATIVA DE CARÁCTER AMBIENTAL APLICABLE	4
3.1.1	Normativa General Medio Ambiente	4
3.1.2	Emisión Atmosférica	4
3.1.3	Ruido	4
3.1.4	Emisión Lumínica	5
3.1.5	Residuos Líquidos	5
3.1.6	Calidad del Agua	5
3.1.7	Manejo y Disposición de Residuos Sólidos	5
3.1.8	Suelo	6
3.1.9	Transporte y Almacenamiento de Sustancias Peligrosas	6
3.1.10	Transporte General	6
3.1.11	Flora y Fauna	6
3.1.12	Patrimonio Cultural	7
3.1.13	Electricidad	7
3.1.14	Sustancias Radiactivas	7
3.1.15	Seguridad Minera	7
3.2	PERMISOS AMBIENTALES SECTORIALES (PAS) APLICABLES AL PROYECTO	8
4.	ANÁLISIS DE PERTINENCIA	8
5.	LINEA DE BASE AMBIENTAL	9
5.1	MEDIO FÍSICO	9
5.1.1	Clima, Meteorología y Calidad de Aire	9
5.1.2	Ruido y Vibraciones	10
5.1.3	Geología, Geomorfología y Riesgos Geológicos	10

5.1.4	Hidrología, Hidrogeología y Calidad del Recurso Hídrico	11
5.1.5	Suelo	12
5.2	MEDIO BIÓTICO.....	12
5.2.1	Fauna Vertebrados Terrestres.....	12
5.2.2	Flora y Vegetación Terrestre.....	13
5.2.3	Limnología.....	13
5.2.4	Calidad de Agua.....	14
5.3	MEDIO HUMANO	15
5.4	MEDIO CONSTRUIDO	15
5.5	VIALIDAD.....	16
5.6	PAISAJE	16
5.7	ARQUEOLOGÍA	16
6.	PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	17
7.	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.....	18
7.1	PLAN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN	18
7.2	PLAN DE MEDIDAS DE COMPENSACIÓN	19
7.3	COMPROMISOS VOLUNTARIOS.....	20
8.	PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL	20
9.	FICHAS RESÚMENES	22
10.	PARTICIPACIÓN CIUDADANA	22
11.	RELACIÓN DEL PROYECTO CON LAS POLÍTICAS, PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO REGIONAL Y COMUNAL	23
12.	INFORME DE NEGOCIACIONES CON INTERESADOS	23
13.	SISTEMA DE SUMINISTRO AGUA DE MAR DE RESPALDO	24
13.1	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	24
13.2	PERTINENCIA DE INGRESO.....	24
13.3	PLAN DE CUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL APLICABLE	24
13.4	PERMISOS AMBIENTALES SECTORIALES APLICABLES.....	25
13.5	LÍNEA DE BASE	25
13.5.1	Medio Marino	25
13.5.2	Arqueología Submarina	27
13.6	EVALUACIÓN DE IMPACTOS	27
13.7	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.....	27
13.8	PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL	27
14.	EQUIPO PROFESIONAL	28
15.	ACTUALIZACIÓN ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PIEDRA PÓMEZ	28



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL OPTIMIZACIÓN PROYECTO MINERO CERRO CASALE

RESUMEN EJECUTIVO

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento constituye el resumen del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del proyecto “Optimización Proyecto Minero Cerro Casale”, cuyo Titular es Compañía Minera Cerro Casale (“CMC”), y en él se consideran todos los aspectos necesarios y acordes a la legislación ambiental vigente. El EIA incluye la descripción del proyecto, el plan de cumplimiento de la legislación ambiental aplicable, la descripción pormenorizada de aquellos efectos, características o circunstancias que dan origen a la necesidad de efectuar el EIA, la línea de base, la predicción y evaluación de impactos ambientales, el plan de manejo ambiental (medidas de mitigación, reparación y/o compensación), el plan de seguimiento, el análisis de la relación del Proyecto con las políticas, planes y programas de desarrollo regional y comunal, y las fichas resumen de los contenidos del EIA, entre otras materias, de acuerdo con los requerimientos establecidos por la Ley 19.300 y el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Mediante RCA N°14/2002, la Comisión Regional del Medio Ambiente de la Región de Atacama calificó favorablemente el EIA del “Proyecto Minero Aldebarán”, hoy denominado “Optimización Proyecto Minero Cerro Casale”. El Proyecto se encuentra ubicado en la Región de Atacama y sus instalaciones se localizan en las comunas de Tierra Amarilla, Copiapó y Caldera.

A través del presente EIA, CMC somete a evaluación las modificaciones al Proyecto original, las cuales obedecen a la necesidad de adecuarlo a los estándares actualmente vigentes en la industria, lo que conlleva mejoras desde el punto de vista tecnológico así como también de las externalidades ambientales y sociales del Proyecto.

2.1 OBRAS PRINCIPALES CONTEMPLADAS ORIGINALMENTE (PROYECTO MINERO ALDEBARÁN)

De acuerdo a la RCA N°14/2002, el proyecto Aldebarán contemplaba las siguientes instalaciones y actividades ya aprobadas:

- Desarrollo de proyecto minero de oro y cobre, con una vida útil de 18 años, en base a una explotación a rajo abierto, para lo cual se considera un sector de extracción, una planta de

procesos, un depósito de relaves, un botadero de estériles y un campamento para las operaciones.

- Se proyecta un sistema de beneficio del mineral extraído, con su correspondiente planta de proceso, depósito de relaves y de estériles, campamentos y obras de servicio anexas. El sistema de beneficio incluye chancado, almacenamiento, molienda y flotación del mineral para producir concentrado de cobre.
- Se considera un sistema para la recuperación de oro, desde los relaves producidos en las etapas de flotación de limpieza del concentrado de cobre, que incluye la lixiviación de relaves por cianuración, con agitación y adsorción por carbón activado (proceso CIP – “*Carbon in Pulp*”) y su posterior descarte; un proceso de refinación en el que las soluciones enriquecidas en oro son sometidas a electro-obtención; y un proceso de fundición para obtención del metal doré.
- Se estima una extracción de agua hasta 900 l/s, desde la cuenca de Piedra Pómez, en la que CMC tiene derechos de aprovechamiento de aguas consuntivo y permanente por 1.200 l/s. Además, la aprobación considera la mantención de los caudales promedios aguas abajo de la mina en la cuenca superior del Río Nevado.
- Se considera una conducción de agua desde batería de pozos en Piedra Pómez, a través de acueducto de 120 km, hasta la planta de procesos, atravesando sectores del Parque Nacional Nevado Tres Cruces, en tanto que en su zona media corre a través de un área que fue declarada Sitio Ramsar con posterioridad a la aprobación ambiental, denominado “Corredor Biológico”.
- Se proyecta la conducción del concentrado producido en planta, a través de un concentraducto de 246 km, desde la planta de procesos hasta una planta de filtrado proyectada en Caldera, donde se filtra, almacena y conduce a su embarque. El ducto planteaba una serie de cruces en cauces naturales, incluyendo el río Copiapó.

2.2 OPTIMIZACIONES PRINCIPALES DEL PROYECTO MINERO CERRO CASALE

Las principales modificaciones que se someten a evaluación en el presente EIA incluyen:

- Una diferenciación entre las líneas de beneficio de sulfuros y de óxidos, a partir de la actualización de los estudios metalúrgicos sobre el mineral, los que sugieren un mejor aprovechamiento del mismo, y una consecuente mejora en la rentabilidad del Proyecto. Esto implica añadir a lo ya aprobado un chancador de rodillos de alta presión, una pila de lixiviación; inclusión de la etapa CIC (“*Carbon in Column*”) para la extracción de metales del PLS y solución lixiviada impregnada, provenientes del proceso de lixiviación en pila; y la incorporación del proceso “SART” (“recuperación de cobre y regeneración de cianuro”), para la recuperación de cianuro y precipitación de concentrado de cobre.
- Modificación de la traza del concentraducto, evitando pasar por áreas con actividades agrícolas al interior del valle del río Copiapó, generando además una disminución de 20 kilómetros en su longitud (trazado más corto).

- Incorporación de una mini central hidroeléctrica de pasada, aprovechando el flujo y diferencia de cota del acueducto desde Piedra Pómez, lo que permite una mayor eficiencia del recurso energético.
- Incorporación del sistema de transmisión y distribución eléctrica.
- Implementación de una planta de osmosis reversa al interior del área de planta de filtrado, en Caldera, para el tratamiento de un total aproximado de 17 l/s y generando una cantidad aproximada de 5-10 l/s de agua con calidad apta para el riego, durante toda la operación del Proyecto. En el proyecto original, toda el agua asociada al concentraducto carecía de tratamiento y era conducida a una laguna para su evaporación.
- Segregación y confinamiento de relaves de limpieza al interior del depósito ya aprobado ambientalmente, minimizando los eventuales riesgos ligados a este compuesto.
- Sistema de suministro hídrico de respaldo, en base a agua de mar, en caso que el sistema de pozos aprobado no pueda entregar el agua requerida sin afectar ambientalmente los sistemas circundantes. De esta manera, se consideran obras de captación y conducción de agua de mar desde Caldera hacia la planta de procesamiento.¹

2.3 PARTES, ACCIONES Y OBRAS FÍSICAS DEL PROYECTO MINERO CASALE

En virtud de los cambios y optimizaciones enunciadas en los puntos anteriores, el Proyecto considera las siguientes partes, acciones y obras físicas:

- Actualización del Plan Minero.
- Optimización de Procesos, incluyendo la instalación de una pila de lixiviación; acopio de sulfuros y de remanejo; modificación de la planta de procesamiento; y la segregación de un depósito de relaves de limpieza al interior del depósito de relaves ya aprobado.
- Actualización Áreas de Servicio, centrado en: plataformas multipropósito; áreas de manejo de residuos sólidos; área de campamento y de contratistas; plantas de tratamiento de aguas; sectores de extracción de empréstitos; planta de hormigón; aeródromo; camino de acceso a la planta de procesamiento; y mini central hidroeléctrica.
- Incorporación del Sistema de Transmisión y Distribución Eléctrica, específicamente la línea de alta tensión Cardones – Cuenca Río Nevado; línea de alta tensión La Coipa - Piedra Pómez; y línea de distribución Caldera – Punta Padrones.
- Optimización de Ductos, referido a mejoras en la traza del concentraducto y acueducto de agua de Piedra Pómez.

¹ Para efectos de facilitar su análisis, el sistema de suministro hídrico de respaldo, en base a agua de mar, se ha incluido en un capítulo aparte que cumple con todos los requisitos de un EIA (descripción, evaluación, normativa aplicable y PAS, etc.). En el presente resumen ejecutivo se ha incluido también al final del documento.

- Plan Integral de Manejo de Aguas, implementado para los sectores de Piedra Pómez, Cuenca Río Nevado y Punta Padrones con la inclusión de un sistema de suministro de respaldo de agua de mar.
- Optimización de Gestión de Tránsito, referido a la construcción de un patio de estacionamiento de camiones, a 28 km (en línea recta) al SE de Copiapó

3. PLAN DE CUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL APLICABLE

En este capítulo se describe el marco institucional y legal aplicable, se identifican los permisos, autorizaciones y procesos de fiscalización que regulan el diseño, construcción, operación y cierre de las obras y actividades del Proyecto y se presentan los antecedentes para acreditar el cumplimiento de la normativa de carácter ambiental aplicable.

Asimismo, se identifican los permisos ambientales sectoriales (PAS) aplicables al Proyecto, en conformidad a lo establecido en los artículos 68 al 106 del Reglamento del SEIA.

3.1 NORMATIVA DE CARÁCTER AMBIENTAL APLICABLE

3.1.1 Normativa General Medio Ambiente

- Constitución Política de la República de Chile, Texto Refundido, Coordinado y Sistematizado por el D.S. N° 100/2005.
- Ley N° 19.300/1994, Ley Sobre Bases Generales del Medio Ambiente, modificada por la Ley N° 20.417/2010, que crea el Ministerio del Medio Ambiente, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente. Ministerio Secretaría General de la Presidencia.
- D.S. N° 95/2001, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Secretaría General de la Presidencia de la República.

3.1.2 Emisión Atmosférica

- D.S. N° 144/1961, Establece Normas para Evitar Emanaciones o Contaminantes Atmosféricos de Cualquier Naturaleza. Ministerio de Salud.
- D.S. N° 75/1987, Establece Condiciones para el Transporte de Cargas que Indica. Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones.
- D.S. N° 55/1994, Establece Normas de Emisión Aplicables a Vehículos Motorizados Pesados. Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.
- D.S. N° 138/2005, Establece obligación de declarar emisiones que indica. Ministerio de Salud.

3.1.3 Ruido

- D.S. N° 146/1997, Establece Norma de Emisión de Ruidos Molestos Generados por Fuentes Fijas. Ministerio Secretaría General de la Presidencia.
- D.S. N° 594/1999, Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo. MINSAL.

3.1.4 Emisión Lumínica

- D.S. N° 686/1998, Norma de Emisión para la Regulación de la Contaminación Lumínica, Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción.

3.1.5 Residuos Líquidos

- D.F.L. N° 725/1967, Art. 71, Código Sanitario. Ministerio de Salud.
- D.F.L. N° 236/1926, Reglamento General de Alcantarillados Particulares, Fosas Sépticas, Cámaras Filtrantes, Cámaras de Contacto, Cámaras Absorbentes y Letrinas Domiciliarias; Modificado por el DS 53/2004, Ministerio de Salud.
- DFL. N° 1/1989, Determina Materias que Requieren Autorización Sanitaria Expresa. Ministerio de Salud.
- D.S. N° 594/1999, Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo. Ministerio de Salud.
- D.S. N° 655/1941, Reglamento de Higiene y Seguridad, Ministerio del Trabajo y Previsión Social.

3.1.6 Calidad del Agua

- D.S. N° 594/1999, Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales en los Lugares de Trabajo. Ministerio de Salud.
- D.S. N° 446/2006, Establece Norma Chilena de Calidad de Agua Potable NCh409/1 Of. 2005. Ministerio de Salud.
- D.F.L. N° 725/1967, Código Sanitario. Ministerio de Salud.
- D.S. N° 82/2011 Aprueba Reglamento de Suelos, Agua y Humedales, de la Ley N°20.283/2011, MINAGRI.

3.1.7 Manejo y Disposición de Residuos Sólidos

- D.F.L. N°725/1967, Código Sanitario. Ministerio de Salud.
- D.S. N° 594/1999, Reglamento Sobre las Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo. Ministerio de Salud.
- D.S. N° 189/2005, Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y de Seguridad Básicas en los Rellenos Sanitarios. Ministerio de Salud.

- D.S. N° 148/2003, Reglamento Sanitario Sobre Manejo de Residuos Peligrosos. Ministerio de Salud
- Resolución Exenta N° 359/2005. Aprueba Documento de Declaración de Residuos Peligrosos. Ministerio de Salud

3.1.8 Suelo

- D.L. N° 3.557/1981, Establece Disposiciones sobre Protección Agrícola. Ministerio de Agricultura. Transporte y Almacenamiento de Sustancias Peligrosas

3.1.9 Transporte y Almacenamiento de Sustancias Peligrosas

- D.S. N°160/2008 Sobre Regulación de Combustibles para Consumo Propio, Ministerio de Economía.
- D.S. N°160/2008, Sobre Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento, Refinación Transporte y Expendio al Público de Combustibles Líquidos Derivados del Petróleo. Ministerio de Economía.
- Ley 17.798/1982 sobre Control de Armas, su Reglamento D.S. N° 77/1982 y D.S. N°83/2008 Reglamento Complementario sobre Control de Armas y Elementos Similares. Ministerio de Defensa.
- D.S. N° 298/1995, Reglamenta Transporte de Cargas Peligrosas por Calles y Caminos. Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones
- RE N° 427/2002, Restringe Uso de Vías para Vehículos que Transportan Cargas Peligrosas. Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones.
- D.S. N°298/1995, Reglamento del Transporte de Cargas Peligrosas por Calles y Caminos, Ministerio de Transportes.
- Decreto N°167/2000 del Ministerio de Transportes, Sobre Transporte de Carga de Sustancias Peligrosas.

3.1.10 Transporte General

- D.S. N° 158/1980, Fija el Peso Máximo de Vehículos que Transitan por Caminos Públicos. Ministerio de Obras Públicas.
- D.F.L. N° 850/1998, Texto Refundido, Coordinado y Sistematizado de la Ley Orgánica N° 15.840 del Ministerio de Obras Públicas y del DFL N° 206 de 1960 Sobre Construcción y Conservación de Caminos. Ministerio de Obras Públicas.
- Resolución N° 1/1995, (deroga Resolución N°11/1991). Ministerio de Transportes.

3.1.11 Flora y Fauna

- Ley N° 19.473/1996, Ley de Caza. Ministerio de Agricultura.

- D.S. N° 5/1998, Reglamento de la Ley de Caza, Modificado por el D.S. N° 53/2003. Ministerio de Agricultura.
- D.S. N°75/2005, Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres y D.S. N° 151/2007, D.S. N° 50/2008, D.S. N° 51/2008 y D.S. N° 23/2009 Aprueba y Oficializa Primera, Segunda, Tercera y Cuarta Nómina para el Proceso de Clasificación de Especies Según su Estado de Conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia.
- Ley N° 20.283/2008 y D.S. N° 93/2009, Reglamento Sobre Recuperación Del Bosque Nativo y Fomento Forestal. Ministerio de Agricultura.

3.1.12 Patrimonio Cultural

- Ley 17.288, Legisla sobre Monumentos Nacionales
- D.S. N° 484/1991, Reglamento Sobre Excavaciones y/o Prospecciones Arqueológicas, Antropológicas y Paleontológicas (Reglamento de la Ley de Monumentos Nacionales). Ministerio de Educación.

3.1.13 Electricidad

- D.F.L. N° 1/1982, Aprueba Modificaciones al D.F.L N° 4 de 1959, Ley General de Servicios Eléctricos en Materia de Energía Eléctrica. Ministerio de Minería.
- D.S. N° 327/1998, Reglamento de la Ley General de Servicios Eléctricos. Ministerio de Economía.
- NSEG 5. E.n. 71. Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Corrientes Fuertes. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.
- D.S: N°291/2007, Reglamento Sobre Estructura, Estructura, Funcionamiento y Financiamiento de los Centros de Despacho Económico de Carga. Ministerio de Economía.

3.1.14 Sustancias Radiactivas

- D.S. N°133/1984 Reglamento sobre Autorizaciones para Instalaciones Radiactivas o Equipos Generadores de Radiaciones Ionizantes. MINSAL.
- D.S. N°12/1985 Reglamento para el Transporte Seguro de Materiales Radiactivos Ministerio de Minería
- D.S: N°3/1985 Reglamento de Protección Radiológica de Instalaciones Radiactivas MINSAL
- Ley N°18.302 Ley de Seguridad Nuclear Ministerio de Minería y sus modificaciones.

3.1.15 Seguridad Minera

- D.S. N° 132/2004, Reglamento de Seguridad Minera. Ministerio de Minería.

- D.S. N°248/2006, Reglamento Aprobación Proyectos de Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Depósitos de Relaves. Ministerio de Minería.

3.2 PERMISOS AMBIENTALES SECTORIALES (PAS) APLICABLES AL PROYECTO

Los permisos ambientales sectoriales que se consideran para el Proyecto, corresponden a los siguientes:

- Artículo 76: Permiso para hacer excavaciones de carácter o tipo arqueológico, antropológico, paleontológico o antro-po-arqueológico.
- Artículo 84: Permiso para emprender la construcción de depósitos de relave.
- Artículo 88: Permiso para establecer un apilamiento de residuos mineros.
- Artículo 89: Permiso para la extracción de ripio y arena en los cauces de los ríos y esteros.
- Artículo 90: 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.
- Artículo 91: 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.
- Artículo 93: Permisos para la construcción, modificación y ampliación de cualquier planta de tratamiento de residuos y desperdicios de cualquier clase; o para la instalación de todo lugar destinado a la acumulación, selección, industrialización, comercio o disposición final de residuos y desperdicios de cualquier clase.
- Artículo 94: En la calificación de los establecimientos industriales o de bodegaje.
- Artículo 96: Permiso para subdividir y urbanizar terrenos rurales.
- Artículo 99: Permiso para la caza o captura de los ejemplares de animales de las especies protegidas.
- Artículo 101: En el permiso para la construcción de las obras a que se refiere el Artículo 294 del D.F.L. N° 1.122 de 1981, del Ministerio de Justicia, Código de Aguas.
- Artículo 106: Permiso para las obras de regularización y defensa de cauces naturales.

4. ANÁLISIS DE PERTINENCIA

De acuerdo al Art. 10 de la Ley N° 19.300, y al Art. 3 del Reglamento del SEIA, el Proyecto "Optimización Proyecto Minero Cerro Casale" debe ingresar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) por tratarse de una modificación a un proyecto de desarrollo minero, tal como se expresa en la letra i) del artículo 3 del Reglamento del SEIA.

Esta norma indica que son susceptibles de causar impacto ambiental y deberán ser sometidos

al SEIA, los siguientes proyectos y/o actividades:

- i) *Proyectos de desarrollo minero, incluidos los de carbón, petróleo y gas, comprendiendo las prospecciones, explotaciones, plantas procesadoras y disposición de residuos y estériles.*

Se entenderá por proyectos de desarrollo minero aquellas acciones u obras cuyo fin es la extracción o beneficio de uno o más yacimientos mineros, y cuya capacidad de extracción de mineral es superior a cinco mil toneladas (5.000 t) mensuales.

El Proyecto en evaluación corresponde a una **modificación** del “Proyecto Minero Aldebarán”, aprobado ambientalmente mediante la Resolución Exenta N° 014/2002 de la COREMA III Región de Atacama. Esta modificación presenta como objetivo principal la optimización del proceso metalúrgico y cambios en los trazados de sus obras lineales asociadas, considerando mejoras en aspectos tecnológicos, económicos, ambientales y sociales.

Por lo tanto, el Proyecto debe ser sometido al SEIA principalmente por este concepto, sin perjuicio que el conjunto de actividades y obras involucradas también puedan calificar como generadoras de ingreso al SEIA en otros numerales del artículo citado.

5. LINEA DE BASE AMBIENTAL

5.1 MEDIO FÍSICO

5.1.1 Clima, Meteorología y Calidad de Aire

Los sectores de emplazamiento del Proyecto se encuentran en cuatro dominios climáticos (clasificación de Köppen), a saber: Clima Desértico Costero Con Nublados Abundantes (BWn); Clima Desértico Transicional (BWt); Clima Desértico Frío De Montaña (BWk'G) y Clima de Tundra de Alta Montaña (Eb).

Las temperaturas presentan una gran heterogeneidad en la Región, pasando de un régimen térmico moderado, sin grandes oscilaciones en la costa, a temperaturas extremas, en el sector de alta montaña. Respecto de las precipitaciones, existe una marcada influencia del sistema de altas presiones del Pacífico Sur Oriental, que le otorga condiciones de aridez, no obstante, durante el año 2010 se registraron varios eventos de lluvias. En el sector andino se da cita durante los meses de verano el “invierno altiplánico”, con precipitaciones convectivas. En cuanto a la humedad relativa, esta varía según la zona en que se mida, presentando porcentajes sobre el 72% de media anual en la costa (estación meteorológica “Caldera-Colegio”), 18% en el interior (estación “La Guardia 3”) y 21% en la alta montaña (estación “Planta-Mina”). En cuanto al régimen de vientos, su intensidad y dirección predominante dependen también del sector que se considere, donde en la costa existe predominancia NNW-W-N durante el día y SSW-SW en la noche, con diferencias en la velocidad, intensificándose durante el día y disminuyendo durante la noche (estación “Caldera-Colegio”); en tanto que en el

interior (estación “Planta-Mina”), existe brisa de valle montaña y viceversa, registrando durante el día y la noche vientos de componente WNW-NW.

En cuanto a la calidad de aire, en términos globales en las áreas de influencia del Proyecto no se presentan niveles significativos de concentración de Material Particulado Respirable (MP10, MP2.5), Sedimentable (MPS) ni Gases. Salvo en el caso de un evento acaecido en el sector de Punta Padrones (adyacente al área urbana de Caldera), no se registra superación de normas primarias. Respecto del resto de las áreas del Proyecto, la presencia de material particulado se explica principalmente por la acción del viento, el cual transporta el material suelto de los suelos desnudos de sus alrededores. Cabe agregar también que en todas las estaciones de monitoreo no se presentaron contenidos significativo de metales pesados en las muestras analizadas.

5.1.2 Ruido y Vibraciones

Las mediciones de ruido reflejan la ausencia de emisiones sonoras que perturben el entorno en la mayoría de los sectores monitoreados, los cuales corresponden a zonas rurales cuyas principales fuentes sonoras son aves, animales domésticos, cursos de agua, follaje y ruido comunitario. En los sectores de Nantoco y Caldera se aprecian niveles mayores en horario diurno y nocturno a consecuencia del tráfico vehicular en caminos públicos. Los registros de vibraciones obtenidos en las campañas realizadas, tanto en periodo diurno como nocturno, reflejan la ausencia de fuentes vibratorias específicas, con niveles similares entre los sectores.

5.1.3 Geología, Geomorfología y Riesgos Geológicos

5.1.3.1 Geología

A lo largo del área en estudio existen tres dominios de Este a Oeste: el “Volcanismo Andino”, la “Secuencia Volcano-Sedimentaria”, y el “Batolito Costero”. Depósitos no consolidados se aprecian a lo largo de todos los dominios, pero más notorio en sector costero con depósitos eólicos; en el sector de las pampas con depósitos coluviales y aluviales antiguos y modernos; y en el sector de las cuencas endorreicas, con depósitos aluviales, coluviales y de salar. En cuanto a las características paleontológicas, se observa que los sectores del Proyecto están desarrollados principalmente sobre unidades geológicas no fosilíferas como rocas de origen volcánico e intrusivo. En menor grado, las obras lineales de los sectores Corredor Cuenca Río Nevado – Punta Padrones y Corredor Cardones – Cuenca Río Nevado, cruzan unidades sedimentarias con potencial fosilífero, especialmente en los sectores río Jorquera, Bahía Norte de Caldera y Arenas de Caldera.

5.1.3.2 Geomorfología

Las obras de ingeniería pasan a través de seis grandes unidades geomorfológicas que son, de Este a Oeste: Cordillera Prealtiplánica; Gran Fosa Prealtiplánica; Sierras Transversales del Tronco Maestro Andino; Precordillera de Domeyko y Pampa Ondulada o Austral; Cordillera de la Costa; y Planicie Marina y/o Fluvio Marina. AL mismo tiempo existen otras microunidades como dunas, terrazas, abanicos aluviales, coluviales, geformas volcánicas producto de las

lavas e ignimbritas, salares, rocas expuestas y geoformas de glaciación como morrenas y glaciares de roca.

5.1.3.3 Geoamenazas

Los principales riesgos geológicos que se aprecian dentro de la Región y que pueden afectar a las distintas obras de ingeniería, corresponden a: laderas inestables, que pueden generar caída de rocas, deslizamientos y flujos de detritos; remociones en masa debido a eventos erosivos o sísmicos; desplazamiento del terreno por causa de sismos que afecten fallas activas; tsunamis; erupciones volcánicas; taponamiento de quebradas y posterior flujo de detritos; migración de dunas; crecidas repentinas de cursos de agua o flujos de detritos, por eventos meteorológicos extremos; y reptación de glaciares.

5.1.4 Hidrología, Hidrogeología y Calidad del Recurso Hídrico

5.1.4.1 Hidrología

Las cuencas en las cuales se circunscribe el área de estudio incluyen los ríos Nevado, Gallina, Quebrada Seca, Turbio, Figueroa, Cachitos, Pulido, Manflas y Jorquera (hasta el embalse Lautaro), todas pertenecientes a su vez a la cuenca del río Copiapó. En cuanto a los caudales registrados en los cursos de agua existentes en el área de estudio, estos ascienden, según estaciones fluviométricas de la DGA, a 0,74 m³/s en el río Jorquera en Vertedero; a 1,63 m³/s en el río Pulido en Vertedero; a 0,58 m³/s en el río Manflas en Vertedero; a 2,59 m³/s en el río Copiapó en Pastillo; a 1,19 m³/s en el río Copiapó en Lautaro; y a 0,30 m³/s en el río Lamas en el sector más cercano a su desembocadura. Registros de estaciones fluviométricas de CMC en el sector de Cuenca Río nevado, indican caudales en torno a los 0,02 m³/s y 0,55 m³/s en 13 puntos de medición (SW-1 a SW-13).

5.1.4.2 Hidrogeología

Desde el punto de vista hidrogeológico, gran parte del área de estudio se encuentra en la “Provincia Andina Vertiente Pacífico”, “Subprovincia Valles Transversales”, la cual se caracteriza por el hecho de que los acuíferos existentes se encuentran ligados directamente a la presencia de rellenos cuaternarios fluviales de las cajas de los ríos. La alimentación proviene de la infiltración de la escorrentía superficial y los espesores de estos rellenos varían mucho de entre aproximadamente 50-200 m y generalmente presentan características libres o freáticas. También parte de las obras se circunscriben dentro de las “Provincias de Cuencas Costeras”, compuesta por depósitos no consolidados, principalmente rellenos aluviales, característica que imprime a estos acuíferos altos valores de transmisividad; así como también en la “Provincia Altiplánica”, con permeabilidad secundaria asociada a fracturas de rocas volcánicas o a rocas del tipo carbonatadas, con permeabilidades de importancia media a baja. No obstante, salvo en lechos de ríos, en el área de estudio no existen rellenos cuaternarios de importancia, por lo que su potencial hidrogeológico es muy bajo o ausente.

En relación a los niveles freáticos, en el sector de Cuenca Río Nevado existen profundidades variables, de más de 200 metros y en otros entre 20 y 80 metros. El sentido del flujo subterráneo se relaciona con el del cauce principal de cada sector, de esta forma se tienen flujos tanto en dirección Sur (Nevado, La Gallina, Jorquera) como otros en dirección Norte (Manflas) y Oeste (Turbio, Pulido). En cuanto al sector Piedra Pómez, en él existe un sistema acuífero, conformado por secuencia de estratos de sedimentos volcánicos y aluviales, cubriendo 520 km², un espesor de 300 m y una transmisividad entre 1.000 y 5.000 m²/día.

5.1.4.3 Calidad de las Aguas

Un gran número de estaciones de medición los valores de calidad de agua se presentan por sobre las normas, especialmente para el arsénico, hierro y sodio, y un número importante de ellas también superan las normas para el boro, manganeso y sulfatos. Los tributarios son de gran importancia en la calidad de las aguas superficiales de los ríos Nevado, Piuquenes, Jorquera, Turbio y Copiapó, debido a que modifican las concentraciones de los distintos parámetros, disminuyéndolas mediante dilución o aumentándolas debido a mayores concentraciones aportantes. No se puede apreciar tendencias claras para los parámetros estudiados, debido a que poseen bastante variación en el tiempo. Respecto de las aguas subterráneas, existe un gran número de estaciones de medición con valores sobre las normas, especialmente sulfatos y sodio, y un número importante de ellas también superan las normativas para el arsénico, hierro, manganeso y boro. Con respecto al análisis espacial y al temporal, en general no se puede concluir sobre tendencias claras para los parámetros estudiados debido a que poseen bastante variación en el tiempo y en el espacio.

5.1.5 Suelo

Aparte del valle del río Copiapó (capacidades de uso entre II y IV en sector Nantoco), todos los suelos reconocidos en donde se emplazarán las obras, presentan un escaso desarrollo pedogenético, el cual está condicionado por la aridez y por constantes procesos de adiciones y remociones (entre VII y CIII). Además existe la presencia de terrenos a los cuales no se le asigna capacidad de uso, por cuanto el suelo no existe o sus características físicas y químicas presentan un grado de alteración tal que sus características originales no existen y corresponde a cajas de ríos, zonas urbanas, salares, lago y/o lagunas, terrenos con actual desarrollo de actividades mineras, zona de extracción de áridos, tranques y océano.

5.2 MEDIO BIÓTICO

5.2.1 Fauna Vertebrados Terrestres

Las obras del Proyecto recorren diferentes ambientes, desde la costa hasta el altiplano, identificándose un total de 152 especies diferentes. De estas, dos se encuentran clasificadas con problemas de conservación de acuerdo al D.S. 75/2005 y decretos posteriores. Así mismos, 35 especies, vale decir un 23,03%, se encuentran clasificadas en algún estado de conservación de acuerdo al reglamento de la Ley de Caza. Entre todos los sectores, son Casale y LAT Cardones-Casale los que cuentan con una mayor riqueza de especies, con 77 y 89 especies

detectadas respectivamente. El subsector Piedra Pómez, por su parte, es el de menor diversidad con el registro de tan solo seis especies. Los sectores de mayor fragilidad, de acuerdo a especies en conservación, son: Piedra Pómez, principalmente por los subsectores Laguna Verde y Maricunga – río Lamas con 36 y 30,61% del total de especies detectadas en categoría de conservación; acueducto con un 32,56% de las especies detectadas en categoría de conservación; y LAT La Coipa con 31,71% del total de especies detectadas en categoría de conservación. Para el caso del D.S. 75/05, ningún sector supera las dos especies en categoría de conservación.

5.2.2 Flora y Vegetación Terrestre

Según Gajardo (1994), la vegetación de los sectores Piedra Pómez, Salar de Maricunga – Río Lamas, Laguna Verde, Acueducto y Casale, corresponden a formaciones andinas, en el ambiente de la región fitogeográfica de la Estepa Alto-andina, y de las sub-regiones de la Estepa Sub-desértica de la Puna de Atacama y de los Andes Mediterráneos; donde las formaciones representativas corresponderían a la de Estepa Desértica de los Salares Andinos y la Estepa Altoandina de la Cordillera de Doña Ana. Por su parte, los sectores LAT Cardones Casale, Concentraducto, LAT Cardones -Concentraducto Andino y Puerto, corresponden a formaciones insertas en el ambiente de la región fitogeográfica del Desierto, que podrían corresponder a las sub-regiones del Desierto Andino, en las formaciones de Desierto Montano de la Cordillera de Domeyko, y principalmente a la sub-región del Desierto Florido, en las formaciones de Desierto Interior y de Serranías.

Con respecto a la flora registrada en toda el área del Proyecto, esta asciende a 516 registros de un total de 1.099 especies de la flora regional (Squeo et al. 2008), es decir, las tasas observadas en todas las campañas de muestreo representan el 47% de la flora para la Región de Atacama.

Los sectores Acueducto, LAT La Coipa y Salar de Maricunga – Río Lamas coinciden en distintos tramos con territorios de conservación, tales como el Parque Nacional Nevado Tres Cruces, el Sitio Prioritario para la conservación y la biodiversidad Nevado Tres Cruces que actúa como corredor biológico entre la Laguna Santa Rosa y la Laguna del Negro Francisco, y el sitio RAMSAR del Complejo Lacustre Laguna del Negro Francisco y Laguna Santa Rosa.

5.2.3 Limnología

5.2.3.1 Zoobentos

La riqueza total de taxa presentó valores máximos en los sistemas ríos Nevado, La Gallina, ríos de cuenca baja y sector Cardones, destacando también la riqueza en el río Lamas. En Piedra Pómez se observó la especie *Hyallela sp.*; en río Lamas la presencia de efemerópteros y coleópteros; en salar de Maricunga se destacan dípteros y anfípodos; en los ríos Nevado y La Gallina se detectaron efemerópteros y coleópteros. Anfípodos y anélidos de la clase Hirudinea dominan en el sistema LAT La Coipa-Piedra Pómez, al igual que en el concentraducto durante

la primavera. Efemerópteros y coleópteros destacaron en el sistema de Cardones. La mayor riqueza, así como la presencia de taxa -indicadores de buena calidad del agua-, indican la presencia de buenas condiciones de calidad del recurso hídricos locales.

5.2.3.2 Zooplancton

Las comunidades zooplanctónicas prospectadas en la mayoría de los sectores y ríos muestreados están compuestas principalmente por organismos bentónicos, con dominancia de Canthocamptidae (Orthoclaadiinae), que pertenecen al grupo de los insectos. Las estaciones de muestreo del salar de Maricunga presentaron los mayores valores de abundancia de zooplancton, así como también la presencia de los copepodos *Boeckella* sp. y *Mesocyclops longisetus*. Las comunidades zooplanctónicas presentan una distribución espacial homogénea, sin embargo la riqueza taxonómica y abundancia muestra un aumento significativo durante la campaña de verano de 2011, consecuencia del aumento de recursos alimenticios (fitoplancton), o de condiciones hidrológicas favorables (mayor caudal de los ríos).

5.2.3.3 Fitobentos

Se identificaron ensamblajes de microalgas bentónicas en la mayoría de los cursos de aguas estudiados, destacando la especie *Achnanthydium minutissimum* y especies del género *Nitzschia* sp. Los sistemas que conforman el área de estudio mostraron gran homogeneidad espacial y temporal, respecto a la composición y abundancia de los ensamblajes fitobentónicos, salvo el área del acueducto, que presentó diferencias espaciales, dado que se compone de una variedad de cursos de agua. Lo observado en los ríos Nevado, La Gallina, sector LAT Cardones-Cuenca Río Nevado y Laguna Verde, señala que no existen variaciones temporales ni espaciales, siendo los sistemas más homogéneos del área de estudio.

5.2.3.4 Fitoplancton

Las especies de fitoplancton encontradas son taxa cosmopolitas, comúnmente encontrados en cursos de agua dulce o hialina, como es el caso de los salares. De los géneros encontrados se cuentan la *Fragilaria*, corresponde a una microalga altamente sensible a eutroficación, así como la *Nitzschia*, género más resistente y de mayores concentraciones de nutrientes, sobretodo fosfatos. El sector en estudio se comporta de manera homogénea en cuanto a composición de los ensamblajes de fitoplancton; mostrando algunas diferencias en riqueza y abundancia entre lugares específicos y posee cierto comportamiento estacional climático, a partir de lo inferido en los análisis de escalamiento multidimensional.

5.2.4 **Calidad de Agua**

El muestreo de las aguas de los ríos Lamas, Peñas Blancas, La Gallina, Nevado, Valle Ancho, Lajitas, Astaburuaga, Copiapó, Turbio, Jorquera, Piuquenes, Cachitos, Caballo Muerto y Quebrada Colorada, así como las del Salar de Maricunga y Laguna Verde, reveló la presencia de niveles de oxígeno disuelto y pH aptos para el desarrollo de biota acuática y riego; salinidad

alta (salvo el río Lamas y La Gallina); altos índices de nutrientes; bajas concentraciones de clorofila "a"; altas concentraciones de macroelementos, con aguas de carácter clorurado-sódico; así como y gran parte de los metales analizados, tanto en su fracción disuelta como en su fracción total, se encontraron bajo el límite de detección del método analítico utilizado en el laboratorio.

5.3 MEDIO HUMANO

El área de Influencia del Proyecto comprende a las localidades de Nantoco y la Comunidad Colla de Río Jorquera y sus Afluentes (comuna de Tierra Amarilla) y la ciudad de Caldera, incluida Villa Charito, Loreto y Calderilla (comuna de Caldera). El estudio del Medio humano abarca la Región de Atacama, la Provincia de Copiapó, las tres comunas ya señaladas y los asentamientos humanos indicados.

De acuerdo a información censal del año 2002 y la actualización de ésta, mediante la Encuesta CASEN 2009, así como de otras fuentes de información complementarias, es posible establecer que el Proyecto se emplazará en una región con fuerte vocación minera y agrícola, fundamentalmente en los valles de Huasco y Copiapó. En la provincia de Copiapó las proyecciones de población indican un crecimiento fuerte y sostenido, con mayor presencia de población masculina. En las distintas unidades territoriales analizadas existen suficientes coberturas de servicios básicos, salvo la localidad de Nantoco y Comunidad Colla de Río Jorquera y sus Afluentes. Nantoco presenta una considerable población flotante, dada la estacionalidad de sus actividades económicas. En el caso de la comunidad Colla de Río Jorquera y sus Afluentes, en dicha localidad se presenta una alta movilidad de la población, por motivos de estudio o de trabajo. A esta comunidad, el Estado de Chile traspasó 6.111 hectáreas, en respuesta a lo solicitado a CONADI en 1997.

5.4 MEDIO CONSTRUIDO

La infraestructura vial existente en la Región de Atacama y particularmente la provincia de Copiapó, se compone principalmente por los ejes Ruta 5 Norte y Ruta Ch-31. Existen tres puertos de envergadura mayor, ubicados en Chañaral, Caldera y Huasco. El aeropuerto Desierto de Atacama es el principal a nivel regional y promedio de nueve vuelos comerciales diarios. En cuanto a suministro de agua potable, la empresa encargada de la extracción y suministro es Aguas Chañar S.A. que extrae de los ríos Copiapó y Huasco y especialmente de napas, destinada a centros urbanos y a actividades económicas. Respecto a la Comunidad Río Jorquera y sus Afluentes, INDAP, SAG y CONADI implementaron en 2007 un sistema de riego de tipo "californiano". Existen cinco hospitales públicos a escala regional, en tanto que en la Comunidad Río Jorquera y la localidad de Los Loros existen postas rurales. Los antecedentes relativos al uso del suelo en la Región, se clasifican en: habitacional, agrícola, minero, industrial, pesquero-acuícola y turístico.

5.5 VIALIDAD

Durante la etapa de construcción, las rutas asociadas al Proyecto corresponden a las C-352, Ruta 5, C-386, C-351, 31-CH, C-411, C-35, C-397, C-401, C-503, C-459, C-359 y 33-CH, C-17, C-13, C-141 y C-237; en tanto que durante la etapa de operación se utilizarán las rutas C-352, Ruta 5, C-386, C-411, C-35, 31-CH, C-401, C-503, C-459, C-359, 33-CH, C-17, C-13, C-141 y C-237. De acuerdo con el estudio efectuado, es posible establecer que es durante la época estival cuando se registra la mayor demanda en la mayoría de las intersecciones viales analizadas, presumiblemente por la actividad turística, agrícola y/o comercial, a excepción del enlace Paipote, el cual presenta mayor flujo vehicular en temporada normal, aunque no muy marcado respecto a la época estival.

5.6 PAISAJE

El proyecto se desarrolla en sentido longitudinal, abarcando 220 km desde cordillera a mar, reconociéndose 29 unidades de paisaje y dos subunidades, abarcando una amplia diversidad de paisajes, los que se agrupan en ocho grandes tipos distintos, que corresponden a: paisajes de tipo litoral, costeros, de baja y media montaña costera, de llanos costeros, de llanos interiores áridos, de quebradas en baja y media montaña, de quebradas y valles en alta montaña y de salares y lagunas pre-altiplánicas y altiplánicas.

De las 29 unidades de paisaje, sólo cuatro poseen calidad y fragilidad visual baja (paisajes clase 2), esto quiere decir que en el área de estudio la mayoría de ellas (12 unidades Clase 3, cuatro unidades clase 4 y ocho unidades Clase 5) presentan lugares con accesibilidad visual media-alta, con algún grado de singularidad, lugares atractivos para el turismo y semi-prístinos, considerando el contexto desértico del paisaje regional (de costa a cordillera), esto debido a que dominan la topografía (cerros altos y laderas pronunciadas), la variedad cromática y la baja cobertura de vegetación, acompañados de interesantes fondos escénicos. De esta forma, los paisajes del área de estudio poseen una capacidad media – baja para absorber impactos visuales.

5.7 ARQUEOLOGÍA

Las prospecciones arqueológicas realizadas, dieron cuenta de la detección de 160 sitios arqueológicos distribuidos en las áreas de influencia directa del Proyecto. De acuerdo a los sectores en los cuales se divide el área de estudio, el de “Cuenca Río Nevado” (empréstitos y camino de acceso a la planta de procesamiento), es el que presenta el mayor número de evidencias (81 sitios ó 51% del total); seguido por “Corredor Cuenca Río Nevado – Punta Padrones (concentraducto)” (32 sitios ó 20%); “Corredor Cardones – Cuenca Río Nevado (LAT Cardones – Cuenca Río Nevado)” (23 sitios ó 14%); “Cuenca Río Nevado (aeródromo)” (12 sitios ó 7,5%); “Corredor La Coipa – Piedra Pómez (LAT La Coipa - Piedra Pómez)” (10 sitios ó 6,25%); en tanto que en el sector “Corredor Piedra Pómez – Cuenca Río Nevado (acueducto)”, no se registró ninguna. Desde el punto de vista cronológico, el 31% corresponde a elementos históricos recientes o subactuales; el 27% a elementos prehispánicos; en tanto que el 42%

restante no pudo ser asignado a ningún período específico, particularmente por la ausencia de restos, lo que sugiere una baja relevancia de estos hallazgos.

La mayor parte de las evidencias detectadas se encuentra en un área que abarca el río Nevado, río La Gallina, y desde su unión hasta la desembocadura en el río Pircas Negras (93 sitios ó 58%), donde la presencia de evidencias prehispánicas es más relevante que en otros sectores. De acuerdo a lo anterior es que se puede plantear que este sector de la alta cordillera ha sido un espacio altamente valorado desde épocas prehispánicas, asociado a la presencia de vegas y recursos forrajeros.

Del total de sitios detectados, se observa una amplia variabilidad de funcionalidades, destacando sitios de residencia temporal o esporádica, talleres líticos, eventuales avistaderos, apachetas, demarcadores, huellas, etc., donde destaca una orientación hacia grupos móviles que probablemente utilizaron este espacio por la temporada estival dentro de circuitos de movilidad complementaria aún poco claros.

6. PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Se identificaron ocho impactos ambientales significativos, asociados a la construcción y operación del Proyecto, que corresponden a aquellos situados en el rango de Negativo Medio Altos y Negativos Altos (CAI entre -6,0 a -7,9 y entre -8,0 a -10 respectivamente). Estos impactos corresponden a los relacionados con los componentes Ruido, Fauna, Flora y Vegetación, Medio Humano, Paisaje y Arqueología, los cuales se indican a continuación:

- Impacto RU1 “Aumento de Presión Sonora”: Se presentará durante la fase de construcción, en los puntos de monitoreo de ruido N-06, N-08, N-09 y N-10; y también en operación en el punto N-10; y su calificación ambiental es -6,2 en ambos casos.
- Impacto FA1 “Afectación de hábitat de la fauna”: Se presentará durante la fase de construcción, en el sector de Cuenca Río Nevado; y su calificación ambiental es -9,2.
- Impacto FA2 “Pérdida del hábitat de poblaciones de fauna terrestre”: Se presentará durante la fase de construcción, en el sector de Cuenca Río Nevado; y su calificación ambiental es -9,6.
- Impacto FV1 “Pérdida de flora y vegetación”: Se presentará durante la fase de construcción, en el sector de Cuenca Río Nevado; y su calificación ambiental es -9.
- Impacto MH1 “Afectación de áreas de veranadas”: Se presentará durante la fase de construcción, en el sector de Cuenca Río Nevado (aeródromo); y su calificación ambiental es -7,8.
- Impacto MH2: “Intervención de las actividades de crianjería”: Se presentará durante la fase de construcción y operación, en el sector de Cuenca Río Nevado; y su calificación ambiental es -7,2 en ambos casos.

- Impacto PJ1 “Perdida de la calidad paisajística”: Durante la fase de construcción se presentará en las áreas siguientes: Salar de Maricunga (LAT La Coipa), Llano de Piedra Pómez (LAT La Coipa), Valle Río Nevado en Confluencia Quebrada la Gallina-Río Pircas Negras (Sector Casale) y Unidad Valle Río Jorquera (LAT Cardones); con una calificación ambiental de -6,8, -6,8, -6,6 y -8,2, respectivamente. Durante la fase de operación se presentará en las áreas siguientes: Salar de Maricunga (LAT La Coipa), Llano de Piedra Pómez (LAT La Coipa), Valle Río Nevado en Confluencia Quebrada la Gallina-Río Pircas Negras (Sector Casale), Unidad Valle Río Jorquera (LAT Cardones) y Quebrada de Carrizalillo (LAT Cardones); con una calificación ambiental de -7,2, -7,0, -7,4, -8,6 y -7,0, respectivamente.
- Impacto AR1 “Alteración directa de sitios arqueológicos”: Se presentará durante la fase de construcción, en las áreas de: a) Camino Planta-Campamento, b) Acueducto La Gallina, c) Empréstitos 3 Norte, d) Empréstitos Río Nevado Sur 4, e) Empréstitos Río Nevado Sur 5, f) Empréstitos Río La Gallina Poniente, g) el trazado del Concentraducto, h) trazado de la LAT La Coipa - Piedra Pómez e i) trazado de la LAT Cardones - Río Nevado. Para todos los casos su calificación ambiental es -8,8.

7. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El plan de manejo ambiental para el Proyecto, presenta medidas de mitigación, compensación, así como compromisos voluntarios, señalados a continuación:

7.1 PLAN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Las medidas de mitigación que se proponen para minimizar los impactos ambientales significativos son los siguientes:

- Impacto RU1 “Aumento de Presión Sonora”: Se aplicará reducción de velocidad de 60 a 30 km/hr en torno a puntos N-06, N-08 y N-09 (durante etapa de construcción) y en torno a punto N-10 (en operación). Durante construcción también se implementarán pantallas acústicas, en torno a punto N-10.
- Impacto FA1 “Afectación de hábitat de la fauna”: Se aplicarán las siguientes medidas: a) se limitarán las áreas de intervención, concentrándolas sólo en las áreas de emplazamiento directo (en construcción); b) se establecerán áreas de restricción y/o protección, en zonas de vegas del sector "Cuenca Río Nevado", cubriendo 280 há. (en construcción y operación); c) se establecerán medidas de manejo generales y educación ambiental (en construcción y operación); d) se habilitarán atravesos para la fauna (en construcción); e) se dispondrá un cierre perimetral en torno al aeródromo (en construcción y operación); f) se capacitará a los conductores (en construcción y operación); y g) se aplicarán medidas para minimizar obstrucción del paso de la fauna terrestre durante la construcción de ductos (en construcción).

- Impacto FA2 “Pérdida del hábitat de poblaciones de fauna terrestre”: Se implementarán las siguientes medidas, todas durante la fase de construcción: a) plan de rescate y relocalización de reptiles en categoría de conservación; b) plan de rescate y relocalización de roedores; c) plan de rescate y relocalización de vizcachas; y d) desplazamiento de Chululos, utilizando perturbación controlada y rescate y relocalización con el uso de cepos doble “0”.
- Impacto FV1 “Pérdida de flora y vegetación”: implementarán las siguientes medidas: a) se limitarán las áreas de intervención, concentrándolas sólo en las áreas de emplazamiento directo (en construcción); b) se establecerán áreas de restricción y protección (en construcción y operación); c) se implementarán medidas de manejo generales y educación ambiental (en construcción y operación); d) se llevará a cabo un plan de rescate y relocalización de cactáceas (en construcción); y e) un plan de rescate y relocalización de arbustos (en construcción).
- Impacto MH2: “Intervención de las actividades de criancería”: Se implementarán las siguientes medidas, todas durante las fases de construcción y operación: a) se efectuará el transporte de ganado hacia áreas de veranadas e invernadas en camiones; b) se pondrá en marcha un programa especial de transporte, evitando desplazamientos innecesarios durante época de veranadas e invernada; y c) se efectuará capacitación a los conductores.
- Impacto PJ1 “Perdida de la calidad paisajística”: Durante la fase de construcción, se efectuará un plan de disposición, diseño, construcción y manejo de la faja de intervención, medidas ya incorporadas en el diseño y trazado de las LAT's.
- Impacto AR1 “Alteración directa de sitios arqueológicos”: Se implementarán las siguientes medidas: a) se protegerán los sitios arqueológicos cercanos a obras del proyecto (en construcción y operación); b) se efectuará el rescate de sitios arqueológicos directamente afectados (en construcción); y c) se realizará una supervisión arqueológica (en construcción y operación).

7.2 PLAN DE MEDIDAS DE COMPENSACIÓN

Las medidas de compensación que se proponen son los siguientes:

- FA1 Afectación de hábitat para fauna: Se implementará un plan de seguimiento del guanaco (*Lama guanicoe*) (en construcción y primeros cinco años de operación).
- FV1 Pérdida de flora y vegetación: Se efectuará lo siguiente: a) se implementará un vivero para arbustos (en construcción); y b) se efectuará la recuperación de cubierta vegetal, semillero y enriquecimiento de cobertura de herbáceas (en construcción).
- MH1 Afectación de áreas de veranadas: Se llevará a cabo lo siguiente: a) se realizará un mejoramiento agronómico de la práctica criancería trashumante (en construcción); y b) se dará apoyo al mejoramiento y aprovisionamiento de la fuente permanente de forraje (en construcción y operación).

- PJ1 Pérdida de la calidad paisajística: Se compensará la pérdida de calidad visual en la escena de paisaje de las UP Salar de Maricunga y Llano de Piedra Pómez (en construcción y operación).

7.3 COMPROMISOS VOLUNTARIOS

Se proponen los siguientes compromisos voluntarios:

- Recursos Hídricos: Creación de una barrera hidráulica mediante la recarga del acuífero (mediante lagunas de infiltración superficial), en el sector limítrofe entre las cuencas de Piedra Pómez y río Lamas.
- Fauna: Implementación de sistema ahuyentador de aves.
- Fauna y Flora-Vegetación: Homogeneizar el estándar de las medidas de mitigación y compensación para las componentes Fauna y Flora-Vegetación.
- Flora y Vegetación: Establecer un Área de Manejo del Proyecto Cerro Casale.
- Vialidad: Ejecutar y ampliar un convenio con la Dirección Regional de Vialidad, para llevar a cabo las obras de mejoramiento vial de las rutas de acceso al Proyecto
- Plan de Sustentabilidad: Se propone implementar lo siguiente: a) un plan de conservación y fomento patrimonial; b) planes de empleo y capacitación; c) monitoreo de impactos socio-ambientales; y d) medidas asociadas al equipamiento e infraestructura.

Se incorpora además, un “Plan de Prevención de Riesgos” y un “Plan de Contingencia y Control de Accidentes”, ambos orientados a atender eventos de incendios, explosión, accidentes en rutas, derrames de sustancias peligrosas, accidentes por eventos naturales y alteración de sitios de interés patrimonial.

8. PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL

Se proponen el siguiente plan de seguimiento ambiental para las medidas señaladas en la sección 7 del presente documento:

- Instalación de Pantalla Acústica Temporal en Nantoco (punto N-10): Verificar instalación de pantalla acústica temporal y medición de efectividad, sólo una vez, en horario nocturno, para un día hábil.
- Instalación señalética y control velocidades de desplazamiento de vehículos en tramos de ruta donde haya receptores sensibles (N-06, N-08, N-09 y N-10): Monitorear y controlar velocidades máximas de desplazamiento de vehículos del Proyecto y que generan ruidos molestos a receptores sensibles.

- Establecimiento Áreas Restricción y Protección; y controlar el no ingreso a zonas de vegas definidas como protección: Monitorear conservación de áreas con formaciones vegetacionales, donde se desarrolla estrecha relación entre vegetación y fauna terrestre.
- Rescate y Relocalización de Lagartija de Rosenmann (*Liolaemus rosenmanni*), en categoría Rara: Verificar que rescate y relocalización entregue resultados esperados, de acuerdo a lo planteado por plan del rescate.
- Desplazamiento de *Ctenomys fulvus* (Chululos) utilizando la técnica de perturbación controlada y el Rescate y Relocalización con el uso de cepos doble "00": Verificar que colonias desplazadas e individuos sean capturadas o relocalizadas, estudiar su evolución y detectar cualquier situación de riesgo que requiera tomar nuevas medidas de manejo.
- Habilitación atravesos para macromamíferos: Verificar habilitación y estado de atravesos para fauna terrestre.
- Jornadas de capacitación a conductores del Proyecto: Monitorear conducta y conocimiento de conductores respecto de elementos sensibles.
- Implementación medidas para minimizar efecto barrera que generará construcción de ductos: Verificar que construcción de acueductos y concentraducto, se realice de acuerdo a recomendaciones para minimizar efecto barrera.
- Establecimiento Áreas de Restricción y Protección que no podrán ser intervenidas por ninguna de las actividades asociadas a las fases de construcción y operación del Proyecto:
- Controlar el no ingreso a vegas definidas como protección: Monitorear conservación de áreas con formaciones vegetacionales donde haya relación entre vegetación y fauna terrestre.
- Rescate y Relocalización de *Maihueiopsis glomerata* (Leoncito) en categoría Vulnerable: Monitorear el prendimiento y normal desarrollo de cactáceas relocalizadas.
- Implementación de vivero para arbustos de *Senecio eriophyton* (chachacoma) en categoría En Peligro: Evaluar resultados del programa de viverización.
- Recuperación de cubierta vegetal: Verificar la recuperación total de los primeros 30 cm del suelo aproximadamente.
- Recuperación cubierta vegetal, semillero y enriquecimiento cobertura herbáceas: Monitorear y evaluar resultado de colecta de semillas; evaluar desarrollo de ejemplares en viveros; y evaluar el desarrollo de los ejemplares en su sitio de plantación definitivo.
- Rescate de sitio arqueológico: Verificar cumplimiento de medida, de acuerdo a procedimiento y estándares del CMN.
- Supervisión Arqueológica en Terreno: Monitoreo por arqueólogo de áreas cercanas al Proyecto, quien deberá velar que en caso de hallazgo, estos no sufran daño y se apliquen medidas.

- Programa mejoramiento productivo de sectores con carga vegetal: Seguimiento del éxito de prendimiento de coberturas vegetales en nuevas zonas.

9. FICHAS RESÚMENES

En el EIA se incorporan las fichas resúmenes, que contienen la información de los capítulos correspondientes a las letras c), d), h) e i) del artículo 12 letra j del Reglamento del SEIA (D.S. N° 95/01 MINSEGPRES). Los capítulos que se resumen, son:

- Capítulo 2: Descripción de Proyecto.
- Capítulo 3: Plan de Cumplimiento de la Legislación Ambiental Aplicable.
- Capítulo 7: Plan de Medidas de Mitigación Reparación y/o Compensación.
- Capítulo 8: Plan de Seguimiento de las Variables Ambientales.
- Capítulo 13: Sistema de Suministro Agua de Mar de Respaldo.

10. PARTICIPACIÓN CIUDADANA

CMC realizó un proceso de Participación Ciudadana Anticipada, considerando las comunidades que se encuentra dentro del área de influencia del Proyecto, con el fin de retroalimentar el Proyecto desde una etapa inicial con las necesidades, inquietudes y observaciones de la población y las autoridades locales. El proceso consultivo comprendió la siguiente secuencia de actividades:

- Primera ronda: Reuniones celebradas desde julio del 2009, con actores de la comunidad y del gobierno, en las comunas de Tierra Amarilla, Copiapó y Caldera.
- Segunda ronda: Casas abiertas efectuadas en enero de 2010 en Los Loros y Tierra Amarilla, Copiapó y Caldera.
- Tercera ronda: Reuniones a partir de marzo del 2010, con representantes de distintos grupos de interés para el Proyecto.
- Cuarta ronda: Casas abiertas, realizadas los días 16, 17, 18, 19 y 20 de mayo de 2011, en Los Loros, Tierra Amarilla, Copiapó y Caldera.
- Consulta Previa Comunidad Colla de Río Jorquera y sus Afluentes: Proceso iniciado el 6 de abril de 2011, para crear una instancia de diálogo permanente que permita entregar información sobre el Proyecto, recibir opiniones de la comunidad y responder sus inquietudes.

Los temas prioritarios manifestados a partir de las reuniones, casas abiertas y consulta previa Comunidad Colla fueron empleo y capacitación laboral, aporte a la economía local y regional, beneficios sociales, agua, población flotante, equipamiento e infraestructura urbana, sustancias peligrosas y medidas de seguridad, impactos por obras y/o actividades del proyecto, impactos arqueológicos y medidas, impactos y medidas en flora y fauna, impactos viales y portuarios,

impactos en el borde costero, energía y participación.

11. RELACIÓN DEL PROYECTO CON LAS POLÍTICAS, PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO REGIONAL Y COMUNAL

Los instrumentos aplicables al Proyecto que fueron identificados son la “Estrategia Regional de Desarrollo de Atacama”, “Plan Regional de Atacama 2010-2014” y “Planes de Desarrollo Comunal” (PLADECO) de Caldera, Copiapó y Tierra Amarilla. El Proyecto es compatible con dichos instrumentos, toda vez que en ellos se reconoce la importancia de la actividad productiva para su desarrollo económico. Del mismo modo, los planes analizados se refieren reiterativamente a la protección del medio ambiente, al ordenamiento del territorio, al uso eficiente y sustentable del recurso hídrico y a aspectos sobre los cuales el Proyecto ha sido diseñado de manera tal de dar cumplimiento a los instrumentos de planificación territorial vigentes, así como a toda la normativa ambiental que le es aplicable.

En cuanto a los instrumentos de planificación territorial, las áreas en las cuales se emplazan las diversas obras del Proyecto se encuentran reguladas por tres tipos de instrumentos: “Plan Regulador Intercomunal Costero”, “Plan Regional de Desarrollo Urbano” y “Planes Reguladores Comunales” (Copiapó, Tierra Amarilla y Caldera). Los dos primeros establecen una serie de zonas y disposiciones que apuntan a proteger las potencialidades agrícolas (valle del río Copiapó), turísticas (borde costero – cordillerano) y ambientales (Sitio Prioritario “Desierto Florido”, dunas interiores y lagunas-salares altiplánicos) de la Región. En el ámbito urbano, sólo para el caso de Caldera, el Proyecto (concentraducto e instalaciones de apoyo a embarque en puerto Punta Padrones) se circunscribirá a zonas definidas en el plan regulador comunal correspondiente, aunque dentro de sectores con usos portuarios, servicios y similares.

12. INFORME DE NEGOCIACIONES CON INTERESADOS

En relación con el Proyecto, CMC ha establecido acuerdos con los siguientes grupos de interés de la Provincia de Copiapó: a) Convenio con FOSIS, con quien se suscribió un convenio de generación y fortalecimiento del desarrollo de proveedores locales; b) Convenio con GREENCAP, mediante un proyecto energía solar, en beneficio de las comunidades; c) Convenio con EDUINNOVA, para mejorar el acceso de los estudiantes locales a las tecnologías de información; d) Convenio con Dirección de Vialidad, para el mejoramiento y conservación de las rutas C-401; C-503; C-459 y 33-CH; e) Convenio con Fundación “Un Techo Para Chile”, para potenciar la erradicación o radicación de los campamentos de la Región; f) Convenio con I. Municipalidad de Tierra Amarilla, para colaborar en el desarrollo económico y social en distintos ámbitos; g) Convenio con I. Municipalidad de Caldera, para incentivar la vida sana y familiar; h) Convenio con Liceo Benjamín Teplizky, para mejorar su infraestructura; i) Aporte a I. Municipalidad de Tierra Amarilla (PRODESAL), sobre entrega de medicamentos para la prevención de enfermedades invernales del ganado especialmente a las comunidades del sector de Río Jorquera; y j) Compromiso con Congregación Salesiana de Copiapó, para contribuir con el anteproyecto de arquitectura e intervención metodológica y curricular del “Colegio Don Bosco”.

13. SISTEMA DE SUMINISTRO AGUA DE MAR DE RESPALDO

13.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El “Sistema de Suministro de Agua de Mar de Respaldo” corresponde a un plan de acción dentro del marco del “Plan de Alerta Temprana”, el cual se implementará en el caso de eventuales cambios en las condiciones hidrogeológicas del acuífero de Piedra Pómez, que impidan seguir adelante con la explotación planificada de éste. De esta forma, este sistema prevé la utilización del agua de mar, a modo de fuente alternativa para abastecimiento del Proyecto Casale, lo cual implica la construcción de obras de captación y acueducto para la conducción del agua de mar desde Caldera hasta la planta de procesamientos, así como tres líneas de transmisión necesarias para el funcionamiento de las estaciones de bombeo del acueducto, a saber: línea de distribución Emelat - Estación de Bombeo N° 2; línea de alta tensión El Llaite - Estaciones de Bombeo N° 3 y N° 4; y línea de distribución Ternero Negro - Estación de Bombeo N° 5.

13.2 PERTINENCIA DE INGRESO

El “Sistema de Suministro Agua de Mar de Respaldo” considera la construcción de un acueducto, cuyas características corresponden a las tipificadas en el art. 294 del Código de Aguas, de 232 km de extensión, entre el punto de captación de agua marina en Punta Padrones, hasta el área de Planta en el sector de Cuenca Río Nevado, obra que considera una planta elevadora y cinco estaciones de bombeo. Al mismo tiempo, esta obra implica la construcción de tres líneas de transmisión de energía (dos de 23 kV y una de 110 kV), destinadas a alimentar las estaciones de bombeo del acueducto, así como tres subestaciones eléctricas. Por lo tanto, las obras comprendidas en el Proyecto deben ser sometidas al SEIA por los literales a) y b) consignados en el Art. 3 del Reglamento del SEIA.

13.3 PLAN DE CUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL APLICABLE

La normativa ambiental específica aplicable a esta obra, aparte de la identificada para la integridad del Proyecto, es la siguiente:

- DFL N°340/1960 Ley sobre Concesiones Marítimas del Ministerio de Hacienda; y DS N°2/2005 del Ministerio de Defensa Nacional que sustituye el reglamento de Concesiones Marítimas.
- Decreto Supremo N° 430/1992 del Ministerio de Economía. Fija el texto refundido, coordinado y sistematizado de la Ley General de Pesca y Acuicultura y sus modificaciones

13.4 PERMISOS AMBIENTALES SECTORIALES APLICABLES

Los permisos ambientales sectoriales que se consideran para esta obra, corresponden a los siguientes:

- Artículo 95: Permiso para realizar pesca de investigación, que sea necesaria para el seguimiento de la condición de poblaciones de especies hidrobiológicas, en la aplicación del primer año del plan de seguimiento ambiental, a que se refiere el Título VII de la Ley N° 18.892, Ley General de Pesca y Acuicultura y sus modificaciones, cuyo texto refundido, coordinado y sistematizado se contiene en el D.S. N° 430, de 1992, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.
- Artículo 96: Permiso para subdividir y urbanizar terrenos rurales.
- Artículo 101: En el permiso para la construcción de las obras a que se refiere el Artículo 294 del D.F.L. N° 1.122 de 1981, del Ministerio de Justicia, Código de Aguas.

13.5 LÍNEA DE BASE

13.5.1 Medio Marino

La línea de base de Medio Marino se centra en el área de Punta Padrones, sector de la bahía de Caldera, que es donde se emplazarán las obras de captación de agua de mar, cuya caracterización se resume a continuación:

- Dinámica Costera: La dinámica lagrangiana indica la existencia de corrientes dirigidas hacia el sur, durante marea vaciante y hacia el este, en marea llenante. Durante el período de observación, el estrato de 8 m presentó flujos menores respecto de los registrados en superficie, en tanto que las trayectorias de este estrato también fueron similares a las observadas en el nivel superficial. Las magnitudes de las corrientes en el estrato superficial fueron similares a los registrados en el estudio euleriano.
- Hidrografía: Durante el trabajo en terreno se detectó la presencia de clinas en las variables temperatura y oxígeno disuelto; en tanto que la salinidad se caracterizó por evidenciar una distribución más homogénea, dominada por el típico patrón de distribución vertical levemente ascendente con la profundidad.
- Comunidades Bentónica: La comunidad bentónica presenta una alta riqueza específica, con 88 especies o formas discriminadas en cada una de las estaciones y una densidad promedio superior a los 4.573 individuos m⁻². Los índices univariados muestran una comunidad diversa y con baja dominancia.
- Comunidades Plactónicas: La comunidad fitoplanctónica identificada estuvo compuesta por un total de 19 especies agrupadas en tres clases o grupos mayores. En términos de

abundancia, los diferentes grupos mantienen una relación similar con una notoria dominancia del grupo Bacillariophyceae. Las estaciones que verificaron una mayor abundancia fueron P4 ubicada en un área alejada de la bocatoma, seguido muy de cerca por P2. Se destaca la presencia de varias especies del grupo Dinophyceae, sin llegar a constituir ninguna una especie con efectos nocivos como consecuencia de neurotoxinas. Respecto de la comunidad zooplanctónica, esta se compone de 23 ítems o formas distintas, de ellas 12 pertenecieron al holoplancton y 11 al meroplancton. En cuanto a la densidad que presentó cada uno de los ítems identificados, destacó ampliamente el grupo de los copépodos con las especies *Acartia sp.* y *Calanus sp.*, en forma secundaria destacaron las larvas zoeas, larvas cifonautas y los copépodos *Paracalanus sp.* y *Centropages sp.*

- Comunidades Intermareales: En el ambiente intermareal rocoso se contabilizó un total de 45 especies o formas distintas, de ellas, 16 pertenecieron al grupo de las algas y 29 al grupo de los invertebrados. Se identificaron marcadas variaciones entre los distintos niveles intermareales evaluados (superior, medio y bajo), lo que se explica porque las especies presentes se distribuyen a lo largo de un gradiente o patrón de zonación clásico para este tipo de comunidades. En cuanto a la comunidad de macroinfauna que habita en fondos blandos (tres playas estudiadas en Bahía Caldera), esta se encuentra compuesta casi exclusivamente por una especie, correspondiente a los crustáceo *Emerita analoga* (Decapada, Anomura), aunque marginalmente se identificó al isópodo *Exirolana sp.*, la cual estuvo presente sólo en uno de los sitios evaluados.
- Avifauna y Mamíferos Marinos: La comunidad de aves identificada estuvo constituida por 22 especies identificadas, ninguna especie resultó ser endémica del sector costero de Atacama, presentando todas amplias distribuciones en Chile, llegando incluso algunas de ellas a los países vecinos. La especie más abundantes fue la gaviota dominicana (*Larus dominicanus*) y el cormorán yeco (*Phalacrocorax brasilianus*). En cuanto a especies en categoría de conservación, según el Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile (CONAF 1987), se encuentra el pingüino de Humboldt (“En Peligro”), en tanto que la gaviota garuma, cormorán lile y piquero están catalogados como “Insuficientemente Conocida” y “Vulnerable”. En cuanto a mamíferos marinos, en el extremo norte de la bahía se registró la presencia de ejemplares de lobo marino común (*Otaria flavescens*) y nutria de mar (*Lontra felina*), en tanto que la categoría de conservación de cada uno de ellos corresponde respectivamente a “Fuera de Peligro” y “En Peligro”.
- Ictiofauna: El estudio de fauna íctica identificó siete especies, todas del orden Perciformes, de las cuales la más abundante fue *Chromus crusma* (castañeta), que representó sobre el 55% del total de individuos identificados, mientras que *Cheilodactylus variegatus* (Bilagay) fue la especie más representativa, ya que fue observada en los seis transectos evaluados. Las seis especies identificadas en esta campaña corresponden a peces que se asocian principalmente a sustratos rocosos. Del total de especies identificadas, cuatro de ellas son objetivo de la pesquería artesanal de manera ocasional,

las cuales son: bilagay (*Cheilodactylus variegatus*), rollizo (*Pinguipes chilensis*), róbalo (*Eleginops maclovinus*) y blanquillo (*Prolatilus jugularis*). Estas especies son destinados principalmente al consumo fresco de manera local en Puerto Caldera.

13.5.2 Arqueología Submarina

No existen recursos patrimoniales submarinos en el área de estudio prospectada para las obras ligadas a la captación de agua de mar.

13.6 EVALUACIÓN DE IMPACTOS

De los ocho impactos ambientales identificados, asociados a la construcción y operación del Proyecto, sólo hay uno de carácter significativo, dentro del rango que corresponden a aquellos situados en el rango de Negativo Medio Alto (CAI entre -6,0 a -7,9), el cual se indica a continuación:

- “Impacto FAam1 “Afectación del hábitat de la fauna”: Se presentará durante la etapa de construcción; asociado al trazado de las líneas de transmisión de energía; y su calificación ambiental fluctúa entre -5,4 y -6,0.

13.7 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

Las medidas de manejo para el impacto “FAam1 Afectación de hábitat para la fauna”, son tres: a) se aplicará una limitación de áreas de intervención; b) se implementarán medidas de manejo general y educación ambiental; y c) se efectuará una capacitación a los conductores.

13.8 PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL

Se proponen el siguiente plan de seguimiento ambiental para la medida señalada en la sección 13.7 precedente:

- Limitación de Áreas de Intervención: Monitorear la conservación de áreas con formaciones vegetacionales, donde se desarrolla una estrecha relación entre la vegetación y la fauna terrestre presente en el área
- Medidas de Manejo Generales y Educación Ambiental: Inspecciones periódicas para constatar estado de conservación de la señalética; auditoría de las actividades del programa de capacitación dirigido a los trabajadores; y revisión registros de acciones correctivas para verificar implementación y efectividad de su cumplimiento.
- Capacitación de Conductores: Monitorear la conducta y el conocimiento por parte de los conductores respecto de los elementos sensibles del medio ambiente, presentes en torno al área del Proyecto.

14. EQUIPO PROFESIONAL

En este capítulo se presenta el listado de profesionales que participaron en la elaboración del presente Estudio de Impacto Ambiental.

15. ACTUALIZACIÓN ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PIEDRA PÓMEZ

En este capítulo se presenta complementariamente a los capítulos anteriores, el detalle de la actualización de los estudios geológicos, hidrogeológicos y modelo numérico del sector Piedra Pómez.



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL OPTIMIZACIÓN PROYECTO MINERO CERRO CASALE

CAPÍTULO 2 – DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

ÍNDICE

2.1	INTRODUCCIÓN	1
2.2	ANTECEDENTES GENERALES	6
2.2.1	ANTECEDENTES DEL TITULAR	6
2.2.2	OBJETIVO DEL PROYECTO	6
2.2.3	LOCALIZACIÓN Y ACCESOS	8
2.2.3.1	Localización	8
2.2.3.2	Acceso al Proyecto	13
2.2.4	JUSTIFICACIÓN DE LA LOCALIZACIÓN	13
2.2.5	SUPERFICIE DEL PROYECTO	17
2.2.6	MONTO DE INVERSIÓN.....	17
2.2.7	MANO DE OBRA	17
2.2.8	VIDA ÚTIL, DESCRIPCIÓN CRONOLÓGICA Y FECHA DE INICIO DE EJECUCIÓN	17
2.3	DEFINICIÓN DE PARTES, ACCIONES Y OBRAS FÍSICAS DEL PROYECTO.....	19
2.3.1	ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MINERO.....	19
2.3.2	OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS.....	19
2.3.2.1	Pila de Lixiviación	19
2.3.2.2	Acopio de Sulfuros y Acopio de Remanejo	23
2.3.2.3	Planta de Procesamiento.....	24
2.3.2.4	Depósito de Relaves de Limpieza	26
2.3.3	ACTUALIZACIÓN ÁREAS DE SERVICIO	31
2.3.3.1	Plataformas Multipropósito	31
2.3.3.2	Áreas de Manejo de Residuos Sólidos.....	32
2.3.3.3	Área de Campamento y de Contratistas.....	35
2.3.3.4	Plantas de Tratamiento de Aguas	37
2.3.3.5	Sectores de Extracción de Empréstitos.....	38
2.3.3.6	Planta de Hormigón	39
2.3.3.7	Aeródromo	40
2.3.3.8	Camino de Acceso a la Planta de Procesamiento.....	40
2.3.3.9	Mini central hidroeléctrica	42
2.3.4	INCORPORACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA.....	42

2.3.4.1	Línea de Alta Tensión Cardones – Cuenca Río Nevado.....	42
2.3.4.2	Línea de Alta Tensión La Coipa - Piedra Pómez.....	50
2.3.4.3	Línea de Distribución Caldera - Punta Padrones	56
2.3.5	OPTIMIZACIÓN DE DUCTOS.....	58
2.3.5.1	Concentraducto.....	58
2.3.5.2	Acueducto de agua de Piedra Pómez	65
2.3.6	PLAN INTEGRAL DE MANEJO DE AGUAS.....	72
2.3.6.1	Sector Piedra Pómez	73
2.3.6.2	Sector Cuenca Río Nevado	76
2.3.6.3	Sector Punta Padrones.....	92
2.3.7	OPTIMIZACIÓN DE GESTIÓN DE TRÁNSITO	94
2.3.7.1	Patio de Estacionamiento	94
2.4	FASE DE CONSTRUCCIÓN	95
2.4.1	OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS.....	95
2.4.1.1	Actividades de Construcción de la Pila de Lixiviación.....	95
2.4.1.2	Actividades de Construcción del Acopio de Sulfuros y Acopio de Remanejo.....	96
2.4.1.3	Actividades de Construcción de la Planta de Procesamiento	96
2.4.1.4	Actividades de Construcción del Depósito de Relaves de Limpieza.....	97
2.4.2	ACTUALIZACIÓN DE ÁREAS DE SERVICIO	99
2.4.2.1	Actividades de Construcción de las Plataformas Multipropósito	99
2.4.2.2	Actividades de Construcción del Área de Manejo de Residuos Sólidos	100
2.4.2.3	Actividades de Construcción del Área de Campamento y de Contratistas	101
2.4.2.4	Actividades para la Construcción de las Plantas de Tratamiento de Aguas	102
2.4.2.5	Actividades para la Extracción de Empréstitos.....	102
2.4.2.6	Actividades de Construcción de la Planta de Hormigón.....	103
2.4.2.7	Actividades de Construcción del Aeródromo.....	104
2.4.2.8	Actividades de Construcción Camino de Acceso a Planta de Procesamiento...	105
2.4.2.9	Actividades de Construcción de la Mini central hidroeléctrica.....	105
2.4.3	INCORPORACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA.....	106
2.4.3.1	Actividades de Construcción de las Líneas de Alta Tensión y Distribución	106
2.4.3.2	Obras auxiliares de construcción.....	106
2.4.3.3	Actividades de Construcción de las subestaciones eléctricas	110
2.4.4	OPTIMIZACIÓN DE DUCTOS.....	111
2.4.4.1	Obras auxiliares de construcción.....	111
2.4.4.2	Actividades de Construcción de Ductos	114
2.4.4.3	Actividades de Construcción de los Cruces de Cauces	121
2.4.4.4	Actividades de Construcción de Obras Anexas.....	124
2.4.5	PLAN INTEGRAL DE MANEJO DE AGUAS.....	124
2.4.5.1	Actividades de Construcción Obras Sector Piedra Pómez	124
2.4.5.2	Actividades de Construcción Obras Sector Cuenca Río Nevado.....	125
2.4.5.3	Actividades de Construcción Obras Sector Punta Padrones	129
2.4.6	OPTIMIZACIÓN DE GESTIÓN DE TRÁNSITO	130
2.4.6.1	Actividades de Construcción y Funcionamiento del Patio de Estacionamiento .	130
2.4.7	INSUMOS.....	130
2.4.7.1	Energía Eléctrica.....	130
2.4.7.2	Agua.....	131

2.4.7.3	Combustibles y Lubricantes.....	132
2.4.7.4	Materiales e Insumos.....	132
2.4.7.5	Equipos y Maquinaria	135
2.4.8	FLUJO Y TRANSPORTE	136
2.4.8.1	Sector Cuenca Río Nevado	137
2.4.8.2	Acueducto y Piedra Pómez.....	137
2.4.8.3	LATs.....	138
2.4.8.4	Concentraducto.....	139
2.4.8.5	Sector Punta Padrones.....	139
2.4.9	MANEJO DE RESIDUOS, EMISIONES Y DESCARGAS	139
2.4.9.1	Residuos Sólidos	139
2.4.9.2	Emisiones a la Atmósfera	143
2.4.9.3	Residuos Líquidos	144
2.5	FASE DE OPERACIÓN.....	146
2.5.1	OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS.....	146
2.5.1.1	Pila de Lixiviación	146
2.5.1.2	Acopio de sulfuros y acopio de remanajo.....	147
2.5.1.3	Planta de Procesamiento.....	148
2.5.1.4	Depósito de Relaves de Limpieza	159
2.5.2	ACTUALIZACIÓN DE ÁREAS DE SERVICIO	161
2.5.2.1	Áreas de Manejo de Residuos Sólidos.....	161
2.5.2.2	Plantas de Tratamiento de Aguas	164
2.5.2.3	Manejo de Material de Empréstitos	165
2.5.2.4	Aeródromo	165
2.5.2.5	Camino de Acceso a la Planta de Procesamiento.....	166
2.5.2.6	Generación de energía Mini central hidroeléctrica	166
2.5.3	INCORPORACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA.....	166
2.5.4	OPTIMIZACIÓN DE DUCTOS.....	167
2.5.4.1	Concentraducto.....	167
2.5.4.2	Acueducto	172
2.5.5	PLAN INTEGRAL DE MANEJO DE AGUAS.....	176
2.5.5.1	Manejo de Aguas Sector Piedra Pómez.....	176
2.5.5.2	Manejo de Aguas Sector Cuenca Río Nevado.....	177
2.5.5.3	Manejo de Aguas Sector Punta Padrones.....	181
2.5.6	OPTIMIZACIÓN DE GESTIÓN DE TRÁNSITO	182
2.5.6.1	Patio de Estacionamiento	182
2.5.7	INSUMOS	182
2.5.7.1	Energía Eléctrica.....	182
2.5.7.2	Agua.....	183
2.5.7.3	Combustibles y Lubricantes.....	183
2.5.7.4	Reactivos	183
2.5.8	FLUJO Y TRANSPORTE	184
2.5.9	MANEJO DE RESIDUOS, EMISIONES Y DESCARGAS	185
2.5.9.1	Residuos Sólidos	185
2.5.9.2	Emisiones a la Atmósfera	190
2.5.9.3	Residuos Líquidos	191

2.6 FASE DE CIERRE	192
2.6.1 MEDIDAS GENERALES DE CIERRE.....	193
2.6.2 MEDIDAS ESPECÍFICAS DE CIERRE.....	195
2.6.2.1 Instalaciones de Procesos.....	196
2.6.2.2 Áreas de Servicio.....	200
2.6.2.3 Sistema de Transmisión y Distribución Eléctrica.....	201
2.6.2.4 Ductos.....	202
2.6.2.5 Instalaciones de Manejo de Aguas.....	203
2.6.2.6 Instalaciones de Gestión de Tránsito.....	206

TABLAS

Tabla 2-1. Cambios considerados en Estudio de Impacto Ambiental “Optimización Proyecto Minero Cerro Casale”, respecto del Proyecto aprobado mediante Res. Exenta N° 14/2002.....	2
Tabla 2-2. Actualización Plan Minero.....	19
Tabla 2-3. Valores Aproximados del Ancho de Coronamiento, Taludes y Altura.....	27
Tabla 2-4. Características Estimadas de las Plataformas Multipropósito.....	32
Tabla 2-5. Instalaciones del Área de Contratistas.....	36
Tabla 2-6. Superficie y Volumen de Extracción Aproximada de los Sectores de Extracción de Empréstitos.....	38
Tabla 2-7. Ubicación y Superficie de Plantas de Producción y Acopio de Empréstitos.....	39
Tabla 2-8. Criterios de Diseño Aproximados del Camino de Acceso a la Planta de Procesamiento.....	40
Tabla 2-9. Características Generales de la Línea de Transmisión.....	43
Tabla 2-10. Características del Conductor Tipo 1.....	44
Tabla 2-11. Características del Conductor Tipo 2.....	44
Tabla 2-12. Características del Conductor Tipo 3.....	45
Tabla 2-13. Características del Cable de Guardia Tipo A.....	45
Tabla 2-14. Características del Cable de Guardia Tipo B.....	46
Tabla 2-15. Distancias Mínimas del Conductor al Suelo.....	47
Tabla 2-16. Cruces de la Línea Eléctrica Cardones-Cuenca Río Nevado con Rutas.....	48
Tabla 2-17. Cruces de la Línea Eléctrica Cardones – Cuenca Río Nevado con otras Líneas Eléctricas.....	49
Tabla 2-18. Cruce de la Línea Eléctrica Cardones – Cuenca Río Nevado con Ríos.....	49
Tabla 2-19. Características Generales de la LAT La Coipa - Piedra Pómez.....	51
Tabla 2-20. Características Tipo del Conductor.....	53
Tabla 2-21. Características del Cable de Guardia Tipo 1.....	53
Tabla 2-22. Características del Cable de Guardia Tipo 2.....	53
Tabla 2-23. Cruces de la LAT La Coipa - Piedra Pómez.....	55
Tabla 2-24. Cruces de la LAT La Coipa - Piedra Pómez.....	55
Tabla 2-25. Características del Cable de Guardia.....	56
Tabla 2-26. Distancias Mínimas del Conductor al Suelo.....	57
Tabla 2-27. Detalle de la Ubicación de Estaciones del Concentrado.....	61
Tabla 2-28. Detalle de la Ubicación de Piscinas de Emergencia del Concentrado.....	62

Tabla 2-29. Ubicación de Cruces con Caminos del Concentraducto	64
Tabla 2-30. Ubicación de Principales Cruces de Cursos de Agua del Concentraducto.....	64
Tabla 2-31. Ubicación de Principales Instalaciones del Acueducto	66
Tabla 2-32. Ubicación de Piscinas de Emergencia del Acueducto	69
Tabla 2-33. Ubicación de Cruces de Caminos para el Acueducto	70
Tabla 2-34. Ubicación de Principales Cruces de Cursos de Agua del Acueducto	72
Tabla 2-35. Ubicación de los Pozos de Prueba Existentes.	73
Tabla 2-36. Equivalencias entre Pozos de Prueba y Pozos de Bombeo.	74
Tabla 2-37. Caudales de Diseño.....	76
Tabla 2-38. Movimientos de Tierra Aproximados de la Pila de Lixiviación.....	96
Tabla 2-39. Movimientos de Tierra Estimados de las Plataformas Multipropósito	100
Tabla 2-40. Obras Anexas LAT Cardones – Cuenca Río Nevado	108
Tabla 2-41. Obras Anexas LAT La Coipa – Piedra Pómez	108
Tabla 2-42. Ubicación de Campamentos para la Construcción del Acueducto.....	112
Tabla 2-43. Ubicación de Campamentos para la Construcción del Concentraducto	112
Tabla 2-44. Ubicación y Áreas Totales Estimadas de Extracción o Disposición para el Acueducto (ha)	113
Tabla 2-45. Ubicación y Áreas Totales Estimadas de Extracción o Disposición para el Concentraducto (ha).....	113
Tabla 2-46. Consumo Estimado de Agua Durante la Fase de Construcción	131
Tabla 2-47. Peso de Equipos, Materiales e Insumos Estimados en Sector Cuenca Río Nevado en Fase de Construcción	132
Tabla 2-48. Insumos Estimados de Ductos y Piedra Pómez en Fase de Construcción	134
Tabla 2-49. Insumos Estimados del Sector Punta Padrones en Fase de Construcción	134
Tabla 2-50. Insumos Estimados de las LATs en Fase de Construcción	135
Tabla 2-51. Estimación Actualizada de Equipos y Maquinarias Durante la Fase de Construcción.	135
Tabla 2-52. Flujos Máximos Estimados de Vehículos con Destino a la Construcción de Obras del Sector Cuenca Río Nevado.....	137
Tabla 2-53. Flujos Máximos Estimados de Vehículos con Destino a la Construcción del Acueducto y Piedra Pómez.....	138
Tabla 2-54. Flujos Máximos Estimados de Vehículos con Destino a la Construcción de la LAT Cardones – Cuenca Río Nevado.....	138
Tabla 2-55. Flujos Máximos Estimados de Vehículos con Destino a la Construcción de LAT La Coipa – Piedra Pómez.....	138
Tabla 2-56. Flujos Máximos Estimados de Vehículos con Destino a la Construcción del Concentraducto	139
Tabla 2-57. Proyección en la Generación de Residuos Sólidos en la fase de construcción.....	140
Tabla 2-58. Tipo y Cantidades Estimadas de RISES NP generados en la fase de construcción	141
Tabla 2-59. Tipo y Cantidades Estimadas de RP Generados en la Fase de Construcción	142
Tabla 2-60. Inventario Emisiones.....	143
Tabla 2-61. Inventario de Emisiones por Generadores Eléctricos Durante la Fase de Construcción....	144
Tabla 2-62. Inventario Emisiones Vehiculares durante la Fase de Construcción	144
Tabla 2-63. Demanda de Energía Eléctrica en Fase de Operación	182
Tabla 2-64. Cantidad Estimada de Reactivos en Sector Cuenca Río Nevado Durante la Fase de Operación.....	183

Tabla 2-65. Flujos de Vehículos con Destino a la Operación de Obras del Sector Cuenca Río Nevado	185
Tabla 2-66. Proyección en la Generación de Residuos Sólidos en la Fase de Operación	185
Tabla 2-67. Tipo y Cantidades Estimadas de Residuos Industriales No Peligrosos Generados en la Fase de Operación.....	187
Tabla 2-68. Tipo y Cantidades Aproximadas de RP Generados en la Fase de Operación	188
Tabla 2-69. Inventario de Emisiones Generado por Tipo de Fuente Durante la Fase de Operación	190
Tabla 2-70. Inventario de Emisiones Vehiculares Durante la Fase de Operación	190

FIGURAS

Figura 2-1. Componentes de la Pila de Lixiviación	20
Figura 2-2. Base revestida de la pila de lixiviación	21
Figura 2-3. Sección de la Pila de Mineral.....	23
Figura 2-4. Diagrama de Flujo General de Procesos de la Planta.....	25
Figura 2-5. Disposición Estimada de Materiales sobre Talud Aguas Arriba.....	28
Figura 2-6. Perfil Tipo Camino de Acceso de Dos Pistas	41
Figura 2-7. Perfil Tipo Camino de Acceso de Tres Pistas	41
Figura 2-8. Esquema de Transmisión y Subestaciones LAT Cardones-Cuenca Río Nevado	43
Figura 2-9. Diagrama del Sistema Eléctrico.....	44
Figura 2-10. Perfil Subestación Eléctrica Piedra Pómez	50
Figura 2-11. Perfil Subestación Eléctrica La Coipa.....	50
Figura 2-12. Esquema de Transmisión y Subestaciones Asociadas a la LAT La Coipa-Piedra Pómez....	51
Figura 2-13. Diagrama del Sistema Eléctrico.....	52
Figura 2-14. Distribución Tipo de las Estaciones de Drenaje y Piscinas de Emergencia	63
Figura 2-15. Plano Planta Tipo de una Casa de Bombas e Instalaciones Asociadas.....	75
Figura 2-16. Tubería de desvío	78
Figura 2-17. Esquema General de Captación de Agua Sub-Superficial.....	79
Figura 2-18. Canales de Contorno	81
Figura 2-19. Canales de Contorno del Campamento Casale y Garita de Acceso.....	83
Figura 2-20. Sistemas de Drenaje del Acopio de Sulfuros, Pila de Lixiviación, Muro de Confinamiento del Depósito de Relaves Convencionales y Botadero de Estériles.....	84
Figura 2-21. Sistema de Drenaje Depósito de Relaves de Limpieza	85
Figura 2-22. Sección Transversal Tipo del Muro Cortafuga	90
Figura 2-23. Fases de Construcción de la Pila de Lixiviación.....	95
Figura 2-24. Muro de Partida Depósito de Relaves de Limpieza.....	97
Figura 2-25. Sección Tipo de la Plataforma	99
Figura 2-26. Esquema General de Instalaciones de Procesamiento de Empréstitos	103
Figura 2-27. Sección Transversal Típica – Camino de Acceso	107
Figura 2-28. Detalle de Zanja en Terreno Normal	118
Figura 2-29. Cruce Tipo de Cursos de Agua Menor	123
Figura 2-30. Sección Cruce de Cursos de Agua Menor	123
Figura 2-31. Sección Tipo de la Plataforma de la Tubería de Desvío	125
Figura 2-32. Sección Tipo Canal de Contorno	126

Figura 2-33. Esquema de la Pila de Lixiviación	147
Figura 2-34. Diagrama de la Pila de Lixiviación	147
Figura 2-35. Diagrama de Flujo General de Procesos de la Planta.....	148
Figura 2-36. Esquema de la Etapa de Chancado	150
Figura 2-37. Esquema de Proceso de Flotación	151
Figura 2-38. Esquema de Proceso CIL	152
Figura 2-39. Esquema de Proceso CIC	153
Figura 2-40. Esquema de Proceso de Lavado y Elución	154
Figura 2-41. Esquema de Circuito SART	157
Figura 2-42. Configuración Final del Muro de Confinamiento.....	160
Figura 2-43. Ubicación de Canales Superficiales y Evacuadores de Abandono.....	199
Figura 2-44. Planta de Osmosis Inversa Piedra Pómez	204

PLANOS

Plano 2 1. Localización de Sectores del Proyecto
Plano 2-2. Localización de Obras de Modificación del Proyecto
Plano 2-3. Ruta de Acceso al Proyecto, Según Caminos Existentes
Plano 2-4. Localización de las Obras de Optimización de Procesos
Plano 2-5. Pila de Lixiviación
Plano 2-6. Acopio de Sulfuros
Plano 2-7. Planta de Procesamiento
Plano 2-8. Detalle de la Planta de Procesamiento
Plano 2-9. Depósito de Relaves de Limpieza
Plano 2-10. Localización General de las Obras de Actualización de Áreas de Servicio
Plano 2-11. Plataformas Multipropósito
Plano 2-12. Áreas de Manejo de Residuos
Plano 2-13. Ubicación del Área de Campamento y de Contratistas
Plano 2-14. Detalle del Área de Campamento y de Contratistas
Plano 2-15. Localización Sectores de Extracción de Empréstitos
Plano 2-16. Ubicación de la Planta de Hormigón
Plano 2-17. Ubicación del Aeródromo
Plano 2-18. Detalle del Diseño del Aeródromo
Plano 2-19. Camino de Acceso a la Planta de Procesamiento
Plano 2-20. Mini Central Hidroeléctrica
Plano 2-21. Trazado LAT Cardones – Cuenca Río Nevado
Plano 2-22. Trazado LAT La Coipa - Piedra Pómez
Plano 2-23. Línea de Distribución Caldera - Punta Padrones
Plano 2-24. Concentraducto
Plano 2-25. Acueducto
Plano 2-26. Plan Integral de Manejo de Aguas Sector Piedra Pómez.
Plano 2-27. Plan Integral de Manejo de Aguas Sector Cuenca Río Nevado

Plano 2-28. Sistema de Control de Infiltraciones
Plano 2-29. Trazado del Acueducto la Gallina
Plano 2-30. Plan Integral de Manejo de Aguas Sector Punta Padrones
Plano 2-31. Localización del Patio de Estacionamiento
Plano 2-32. Sistema de Manejo del Acuífero de Piedra Pómez

ANEXOS

Anexo 2-A. Superficie del Proyecto
Anexo 2-B. Plan Conceptual para el Manejo de Residuos Peligrosos
Anexo 2-C. Coordenadas de Torres en las Líneas de Alta Tensión
Anexo 2-D. Características y Diseño de las Torres del Sistema de Transmisión y Distribución Eléctrica
Anexo 2-E. Resumen de Coordenadas en Trazados de Ductos
Anexo 2-F. Plan de Manejo de Aguas Fase de Construcción
Anexo 2-G. Manual de Conducción
Anexo 2-H. Plan de Manejo de Cianuro de Sodio
Anexo 2-I. Plan de Monitoreo y Plan de Alerta Temprana Campo de Pozos de Piedra Pómez
Anexo 2-J. Plan de Seguimiento y Cumplimiento (Aguas Cuenca río Nevado)



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

OPTIMIZACIÓN PROYECTO MINERO CERRO CASALE

CAPÍTULO 2

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 INTRODUCCIÓN

De acuerdo a lo expresado en el Capítulo 1 “Antecedentes del Proyecto”, a continuación se presenta la descripción en detalle de las obras y actividades que componen el Proyecto “Optimización Proyecto Minero Cerro Casale” y que constituye una mejora al Proyecto Minero Aldebarán aprobado por la COREMA Región de Atacama mediante Resolución Exenta N° 14/02.

Este capítulo se define en torno a los contenidos establecidos en la Ley N° 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente y que crea el Ministerio del Medio Ambiente, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente (considerando las modificaciones introducidas por la ley 20.417) junto con el D.S. N°95/02 Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, específicamente artículo 12, letra “c”.

Las modificaciones que se presentan a continuación son el resultado de la optimización y/o actualización de los procesos productivos asociados a la explotación de minerales de oro y cobre del Proyecto; considerando mejoras en aspectos tecnológicos, económicos, ambientales y sociales. Específicamente, las modificaciones que forman parte de la presente evaluación de impacto ambiental se resumen en la Tabla 2-1.

Cabe señalar que una de las mejoras que se someten a evaluación, es la posibilidad de utilizar agua de mar, como respaldo, en las operaciones del Proyecto. A fin de facilitar su análisis, la descripción de proyecto y demás antecedentes relacionados con el “Sistema de Suministro de Agua de Mar de Respaldo” se, incluyen para efectos de su evaluación ambiental, en el Capítulo 13. No obstante lo anterior, las condiciones que gatillarían su implementación como sistema de respaldo se detallan en la sección correspondiente al manejo de aguas durante la fase de operación del Proyecto.

Tabla 2-1. Cambios considerados en Estudio de Impacto Ambiental “Optimización Proyecto Minero Cerro Casale”, respecto del Proyecto aprobado mediante Res. Exenta N° 14/2002.

Nombre de Modificación	Proyecto aprobado RCA 14/2002	Modificaciones propuestas
Actualización del plan minero	Se removerán 3800 millones de material: 2600 millones de estéril, 200 millones de estéril serán usados como empréstito en el muro del depósito de relaves y 1000 millones de mineral comercial, a través de 18 años de operación. Alimentación a flotación máxima alcanza las 170.000 tpd en el año 2; capacidad promedio de 150.000 tpd (años 9 a 18).	El cambio respecto del proyecto aprobado mediante RCA 14/2002 se deriva de la nueva línea de producción de óxidos (también denominada de minerales oxidados) y el correspondiente Plan Minero, aumentando en 2 años la fase de operación (de 18 a 20 años). El incremento en la duración de la fase de operación no considera una expansión del rajo.
Optimización de procesos	Mina a rajo abierto para explotar el yacimiento de Cerro Casale. Depósito de estériles. Planta de chancado. Zona de acopio de mineral chancado (pila). Planta de molienda. Planta de procesamiento de concentración por flotación. Circuito de lixiviación de las colas de primera limpieza y circuito de carbón en pulpa. (CIP) para oro. Planta de recuperación de carbón activado. Planta de destrucción de cianuro. Planta de electro-obtención, para la producción de metal dore. Depósito de relaves de flotación (relaves con un contenido de 0,01 a 0,02 mg/l de cianuro total). Sistema de captación de infiltraciones y retorno de las aguas, ubicado aguas abajo del depósito de estériles.	Se definen dos líneas de proceso, una para sulfuros y otra para óxidos, con la inclusión de nuevas unidades de proceso, las que se agregan a las instalaciones consideradas en la situación inicial. Es así como se añaden al proceso: <ul style="list-style-type: none"> i) mejoras en el proceso de molienda (inclusión de Planta de chancado secundario y terciario, incluyendo chancadores de rodillo de alta presión o “HPGR” en sus iniciales en inglés); ii) una pila de lixiviación; iii) un circuito alternativo de lixiviación en estanques CIL (“<i>Carbon In Leach</i>”), para la extracción de metales remanentes del proceso de flotación; iv) inclusión del circuito de lixiviación en Columnas CIC (“<i>Carbón In Column</i>”) para la extracción de metales del PLS (“<i>Pregnant Leach Solution</i>”), provenientes del proceso de lixiviación en pila; y v) la incorporación del proceso “SART” (sulphidation, acidification, recycling of cyanide and thickening) para la regeneración del cianuro (CN) y precipitación de concentrados de cobre. vi) Confinamiento y segregación de los relaves de limpieza (que son sólo el 10% del total de relaves) al interior de una sección del depósito de relaves ya aprobado.

Nombre de Modificación	Proyecto aprobado RCA 14/2002	Modificaciones propuestas
Actualización de áreas de servicio	<p>Oficinas, campamento, laboratorio, talleres, bodegas, piscinas recolectoras y de almacenamiento. Instalaciones generales de tratamiento de aguas (potable), tratamiento de residuos líquidos domésticos, incineración de residuos domésticos y disposición de residuos sólidos industriales. Caminos de acceso. Instalaciones para almacenamiento de explosivos, reactivos, combustible e insumos varios y mantenimiento de maquinaria.</p> <p>Las aguas servidas se tratarán en la planta de tratamiento de aguas servidas que estará ubicada en el sector del campamento. Las aguas servidas del área de la planta serán manejadas con el uso de estanques sépticos individuales y pozos o drenes de infiltración.</p>	<p>Se incorporan y/o actualizan las siguientes obras/actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plataformas multipropósito y de servicio. • Áreas de manejo de residuos sólidos • Área de campamento y de contratistas • Sectores de extracción de empréstitos • Planta de hormigón • Aeródromo • Camino de acceso a la planta de procesamiento • Mini central hidroeléctrica <p>Se presenta una ampliación en la planta para el tratamiento de aguas servidas, con la incorporación de una planta de tratamiento en el área de la planta y una actualización de la planta de tratamiento para el sector del campamento Casale (campamento permanente).</p> <p>Se elimina la incineración de residuos domésticos.</p>
Incorporación de sistema de transmisión y distribución eléctrica	<p>En el estudio original no se presentaron las líneas de transmisión y distribución hacia el Proyecto para sus distintas áreas (Piedra Pómez, Cerro Casale, Planta de filtros), sólo las líneas de distribución al interior de Cerro Casale y los transformadores para las etapas de construcción y operación.</p>	<p>Se incorporan las siguientes obras/actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Línea de alta tensión Cardones – Cuenca Río Nevado • Línea de alta tensión La Coipa – Piedra Pómez • Línea de distribución Caldera - Punta Padrones
Optimización de ductos	<p>Se construye y opera un acueducto que se desarrolla a lo largo de un trazado lineal en una faja de alrededor de 20 m de ancho y 120 km de longitud, desde el campo de Piedra Pómez hasta Cerro Casale. Este acueducto cruza el Parque Nacional en el tramo superior de su trazado,</p> <p>Se construye y opera un concentraducto, a lo largo de un trazado lineal en una faja de alrededor de 20 m de ancho y 220 km de longitud desde Cerro Casale hasta el sector de Punta Padrones en Caldera, que cruza el río Copiapó en 2 puntos y el río Jorquera en 1 punto.</p>	<p>Se modifican/incorporan las siguientes obras/actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Concentraducto: Modificación de trazado evitando el cruce del río Copiapó y acortando su longitud en aproximadamente 20 kilómetros. • Acueducto: Modificación de trazado en su tramo medio y a la llegada al sector de Cerro Casale. Se destaca que no se modifica el sector que cruza el Parque Nacional Nevado Tres Cruces con respecto al ya aprobado mediante res. Exenta N° 14/2002.

Nombre de Modificación	Proyecto aprobado RCA 14/2002	Modificaciones propuestas
<p>Plan Integral de Manejo de Aguas</p>	<p>El agua fresca provendrá desde el campo de pozos de Piedra Pómez - Barrancas Blancas y será diseñado para captar y bombear 900 l/s. El campo de pozos de Piedra Pómez tendrá un total de 12 pozos de los cuales dos serán de reserva equipados con bombas verticales.</p> <p>Estarán equipados con bombas verticales de 295 m³/h y 260 kW. El resto del agua necesaria para el proceso provendrá del sistema de captación de infiltraciones en el área de Cerro Casale, y de la recirculación de las aguas claras del tranque relave. El volumen de agua recirculada desde el depósito de relaves se estima en un flujo de 1.047 l/s.</p> <p>El agua fresca se bombeará hacia un estanque para incendios de 200 m³, que se localizará en una elevación mayor a los campamentos, de manera tal que la gravedad proporcionará la presión requerida para la distribución de agua contra incendios. El sobre-flujo del estanque para incendios proporcionará agua al estanque de alimentación de la planta de osmosis reversa. La planta de osmosis reversa alimentará una serie de estanques de agua potable que tendrán en conjunto una capacidad de 1.000 m³.</p> <p>La cantidad de agua requerida para la construcción se estima en 25 l/s. Esta cantidad incluye 10 l/s para trabajos en preparación de suelos y 15 l/s para trabajos en preparación de suelos y control de polvo.</p> <p>Se habilitarán obras de recolección de infiltraciones del depósito de relaves y el botadero en su conjunto. Se instalará cortina de pozos y muro cortafuga. Los sistemas de manejo de aguas de contacto y no contacto no fueron aprobados en detalle, debiéndose presentar antes de su operación a los servicios competentes.</p>	<p>Se presenta un Plan Integral de Manejo de Aguas que regula todas las actividades en las fases de construcción, operación y cierre que dicen relación con los manejos de afluentes y efluentes del Proyecto.</p> <p>Como parte de este Plan Integral de Manejo de Aguas se presentan los siguientes documentos y/o secciones dentro del presente EIA:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plan de Manejo de Aguas Fase de Construcción • Plan de Manejo de Aguas Fase de Operación • Plan de Manejo de Aguas Fase de Cierre • Plan de Alerta Temprana (PAT) • Actualización del Modelo Hidrogeológico de Extracción de Aguas en Piedra Pómez • Sistema de Suministro de Agua de Mar de Respaldo <p>A continuación se indican los principales hitos de estas modificaciones:</p> <p>Se mantiene la extracción de agua desde el Campo de pozos de Piedra Pómez de acuerdo a lo estipulado en la RCA 14/02. Se presentan ajustes en el diseño del campo de extracción y modificaciones respecto a su manejo en la fase de cierre.</p> <p>De acuerdo a lo mandatado por la RCA 14/02, se presentan en detalle las obras de desvío de las aguas naturales afluentes a las instalaciones del Proyecto (tubería de desvío y canales de contorno), que permitirán restituirlas sin alteración al río Nevado.</p> <p>Se presenta una optimización del sistema de recolección de infiltraciones ubicado aguas abajo del botadero de estériles.</p> <p>Se incorpora el acueducto La Gallina, para abastecer los requerimientos de agua en actividades de construcción.</p> <p>Se contempla la incorporación de una planta de osmosis inversa, al interior de las instalaciones de filtrado de CMC, aprobadas por RCA 14/02, para el tratamiento de las aguas de filtrado del concentrado para obtener un flujo de agua tratada con calidad de uso para riego</p>

Nombre de Modificación	Proyecto aprobado RCA 14/2002	Modificaciones propuestas
		según los parámetros de la NCh 1.333.
Optimización de gestión de tráfico	Se aprueba el tránsito a través de la ruta 33 CH hacia las instalaciones de Cerro Casale, requiriéndose que en forma previa se firme un convenio de mejoramiento de estándar de la ruta con la Dirección de Vialidad Regional.	Se actualizan/incorporan las siguientes obras/actividades <ul style="list-style-type: none">• Flujos• Patio estacionamiento Se encuentra en tramitación el convenio de mejoramiento con la Dirección de Vialidad Regional

2.2 ANTECEDENTES GENERALES

2.2.1 Antecedentes del Titular

Antecedentes del Titular	
Empresa :	COMPAÑÍA MINERA CASALE (CMC)
RUT:	77.116. 500-1
Domicilio :	Diego de Almagro 204 Copiapó
Teléfono :	56-52-225756
Fax :	56-52-225808
Antecedentes del Representante Legal	
Nombre:	José Antonio Urrutia Riesco
Nacionalidad:	Chilena
Profesión:	Abogado
Cedula de identidad:	7.011.719-3
Domicilio:	Av. Isidora Goyenechea 3250, Piso 9, Las Condes, Santiago
Correo electrónico:	jaurrutia@urrutia.cl

2.2.2 Objetivo del Proyecto

El objetivo del Proyecto “Optimización Proyecto Minero Cerro Casale” es la mejora en términos técnicos, económicos, ambientales y sociales, de los procesos productivos asociados a la explotación de minerales de oro y cobre del proyecto original aprobado por la COREMA Región de Atacama mediante Resolución Exenta N° 14/02.

Considerando las obras asociadas a cada una de las modificaciones y con el fin de facilitar la comprensión de la descripción del proyecto en sus fases de construcción, operación y cierre, el presente capítulo se ha estructurado en base a las características relevantes desde el punto de vista ambiental de estas obras en las distintas etapas del Proyecto.

Las obras involucradas en cada una de las modificaciones, descritas en la sección anterior, corresponden a las siguientes:

Actualización del Plan Minero

La actualización del plan minero sólo modifica el cronograma de producción en base a la explotación de la mina. Aquellas obras asociadas a la actualización del plan minero, indicadas en la Tabla 2-1 anterior, se encuentran detalladas en el resto de las modificaciones.

Optimización de Procesos

- Pila de lixiviación
- Acopio de sulfuros y acopio de remanaje
- Planta de procesamiento
- Depósito de relaves de limpieza (parte segregada dentro del depósito de relaves aprobado por proyecto original)

Actualización de Áreas de Servicio

- Plataformas multipropósito
- Áreas de manejo de residuos sólidos
- Área de campamento y de contratistas
- Plantas de tratamiento de aguas
- Sectores de extracción de empréstitos
- Planta de hormigón
- Aeródromo
- Camino de acceso a la planta de procesamiento
- Mini central hidroeléctrica

Incorporación del Sistema de Transmisión y Distribución Eléctrica

- Línea de alta tensión Cardones – Cuenca Río Nevado
- Línea de alta tensión La Coipa – Piedra Pómez
- Línea de Distribución de Baja Tensión Caldera - Punta Padrones

Optimización de Ductos

- Concentraducto
- Acueducto de agua de Piedra pómez

Plan Integral de Manejo de Aguas

- Sector Piedra Pómez
 - Campo de pozos de Piedra Pómez
 - Sistema de manejo del acuífero de Piedra Pómez en fase de cierre
- Sector Cuenca Río Nevado
 - Tubería de desvío
 - Canales de contorno
 - Sistemas de drenaje
 - Sistema de control de infiltraciones (muro cortafuga y planta de osmosis inversa)
 - Acueducto La Gallina

- Sector Punta Padrones
 - Planta de osmosis inversa en Punta Padrones
 - Tuberías de agua tratada y agua de rechazo
 - Piscinas de almacenamiento temporal

Optimización de Gestión de Tránsito

- Patio de Estacionamiento

2.2.3 Localización y Accesos

2.2.3.1 Localización

El Proyecto Minero Casale considera acciones, actividades y obras físicas localizadas en la Región de Atacama, Provincia de Copiapó, en las comunas de Tierra Amarilla, Copiapó y Caldera.

En el Plano 2-1, se muestra la ubicación a nivel regional de cada uno de los sectores del Proyecto y en el Plano 2-2, se presenta la localización de las obras de modificación del Proyecto.

2.2.3.1.1 Optimización de Procesos

Las obras de la optimización de procesos que se incorporan al Proyecto se emplazarán en el sector de la cuenca del río Nevado, en la comuna de Tierra Amarilla, aproximadamente a 163 km al sureste de la ciudad de Copiapó. Específicamente, estas obras se ubicarán en la sección superior de la cuenca del río Nevado (aguas arriba de la confluencia con el río La Gallina). A continuación se detalla la ubicación de cada obra y en el Plano 2-2 se muestra su ubicación.

- Pila de lixiviación

La pila de lixiviación se ubicará adyacente a la planta de procesamiento, y sobre parte del área del botadero de estériles aprobado en el proyecto original mediante RCA N°14/02.

- Acopio de sulfuros y acopio de remanejo

El acopio de sulfuros se localizará al oeste de la planta de procesamiento y el acopio de remanejo se ubicará al norte de ésta.

- Planta de procesamiento

La planta de procesamiento se ubicará a una altitud aproximada de 4.100 m.s.n.m., adyacente al sector de extracción de minerales del Proyecto.

- Depósito de relaves de limpieza

El depósito de relaves de limpieza se ubicará al interior de una sección del depósito de relaves aprobado en la RCA N° 14/02, y por tanto no ocupará una nueva superficie. Esta ubicación corresponde específicamente a la quebrada Portezuelo del Nevado, al nor-poniente de la cuenca del río Nevado, en el sector oeste del depósito ya aprobado.

2.2.3.1.2 Actualización de Áreas de Servicio

Las áreas de servicio corresponden a obras multipropósito con el fin de proporcionar apoyo a las actividades de construcción y operación. Estas obras se emplazarán en el sector cuenca del río Nevado, en la comuna de Tierra Amarilla. A continuación se detalla la ubicación de cada obra y en el Plano 2-2 se muestra su ubicación.

- Plataformas multipropósito

Las plataformas multipropósito utilizadas como apoyo para la fase de construcción, se localizarán en la sección superior de la cuenca del río Nevado, al este y al noroeste de la Planta de Procesamiento.

- Áreas de manejo de residuos sólidos

Las áreas de manejo de residuos sólidos se localizan en la sección superior de la cuenca del río Nevado, al suroeste del sistema de control de infiltraciones, junto al camino de acceso a la planta de procesamiento. Además, en el área de la planta de procesamiento se localiza una bodega de almacenamiento temporal de mercurio.

- Área de campamento y de contratistas

La actualización del campamento Casale (campamento permanente) no modifica su localización respecto a lo aprobado originalmente mediante RCA N° 14/02. Contiguo a éste, se localizará el área de contratistas. Esta última se ubicará en la sección inferior de la cuenca del río Nevado (aguas abajo de la confluencia con el río La Gallina), aproximadamente a 12 km al sur de la ubicación de la planta de procesamiento.

- Plantas de tratamiento de aguas

Estas obras se localizan en la comuna de Tierra Amarilla, en la cuenca del río Nevado. Específicamente, una de ellas se ubica en el área planta de procesamiento y la otra se ubica en la sección inferior de la cuenca del río Nevado, en las cercanías de las instalaciones del campamento Casale.

- Sectores de extracción de empréstitos

Los sectores de extracción de empréstitos se localizarán principalmente en el área del río La Gallina, y en el valle del río Nevado, aguas abajo del botadero de estériles.

- Planta de hormigón

La planta de hormigón se localizará en el área de río La Gallina antes de la confluencia con el río Nevado.

- Aeródromo

El aeródromo se localizará en el sector Cuevitas junto a la ruta internacional 33-CH en la sección inferior de la cuenca del río Nevado aproximadamente a 15 km al sur-oeste de la ubicación de la planta de procesamiento.

- Camino de acceso a la planta de procesamiento

Esta obra, de aproximadamente 24 km de longitud, se localiza en la cuenca del río Nevado, a partir de la ruta internacional 33-CH, junto al aeródromo, siguiendo por la cota 3.300 m.s.n.m., para terminar en el sector de emplazamiento de la planta de procesamiento, aproximadamente a los 4.100 m.s.n.m.

- Mini central hidroeléctrica

Esta obra se sitúa en la comuna de Tierra Amarilla. Específicamente, en la cuenca del río Nevado, inmediatamente al suroeste de la planta de procesamiento en el punto de recepción del acueducto Piedra Pómez-Cuenca Río Nevado, al interior de las instalaciones de CMC.

2.2.3.1.3 Incorporación del Sistema de Transmisión y Distribución Eléctrica

La incorporación del sistema de transmisión y distribución eléctrica se refiere a las líneas de alta tensión (Cardones– Cuenca Río Nevado y La Coipa – Piedra Pómez) y una línea de distribución (Caldera - Punta Padrones). La ubicación de estas instalaciones se muestra en el Plano 2-2 y a continuación se describe cada ubicación.

- Línea de alta tensión Cardones – Cuenca Río Nevado

La línea de alta tensión se desarrolla a través de las comunas de Tierra Amarilla y Copiapó con una longitud aproximada de 126 km. La subestación eléctrica (Cardones) se localiza en la comuna de Tierra Amarilla, cercana a la Ruta 5. Específicamente, la línea de transmisión eléctrica se desarrolla de oeste a este, atravesando principalmente la Pampa Ondulada, iniciando su recorrido en el sector de Cardones hasta llegar a la cuenca del río Nevado en la cordillera, sitio en que también se sitúa la subestación eléctrica Casale.

- Línea de alta tensión La Coipa – Piedra Pómez

Esta línea de alta tensión es una obra lineal de aproximadamente 61 km y se emplaza a través de las comunas de Tierra Amarilla y Copiapó. Específicamente la línea de transmisión nace en la subestación conectada a línea existente que alimenta las operaciones de Minera Mantos de Oro para su faena La Coipa. Desde este punto, la línea de transmisión se desarrolla en dirección oeste a este siguiendo los caminos existentes.

La línea de transmisión contará con una subestación eléctrica de partida localizada en la línea de transmisión Carrera Pinto-La Coipa próxima a la faena minera La Coipa y una de llegada localizada específicamente en el campo de pozos de Piedra Pómez del Proyecto Minero Cerro Casale.

- Línea de Distribución Caldera - Punta Padrones

Esta línea de distribución se sitúa en la comuna de Caldera, en el sector Punta Padrones. Específicamente, la línea de distribución eléctrica se desarrolla desde la subestación eléctrica Caldera hasta llegar a la subestación eléctrica de la planta de filtros de CMC, aprobada en la RCA N° 14/02.

2.2.3.1.4 Optimización de Ductos

A continuación se detalla la ubicación de cada obra de la optimización de ductos, las que se muestran en el Plano 2-2.

- Concentraducto

El concentraducto corresponde a una obra lineal que recorre la región en dirección oriente-poniente, por aproximadamente 232 km a través de las comunas de Tierra Amarilla, Copiapó y Caldera. Específicamente, esta obra se inicia en la cuenca del río Nevado, en el sector cordillerano de la región, atravesando la Pampa Ondulada, para finalizar en el sector Punta Padrones, en las instalaciones de filtrado ubicadas en Caldera del Proyecto Minero Cerro Casale. El cambio en el trazado originalmente aprobado por RCA 14/02, evita el paso por zonas pobladas y valles agrícolas, lo que constituye una mejora ambiental.

- Acueducto

El acueducto, situado en las comunas de Copiapó y Tierra Amarilla, es una obra lineal de aproximadamente 120 km de longitud, que presenta dos tramos de modificaciones que corresponden a 110 km del total de la obra. El primer tramo, con aproximadamente 13 km, se desarrolla en su sector de inicio en el sector de Piedra Pómez, hasta el límite norte del Parque Nacional Nevado Tres Cruces. El segundo tramo, con aproximadamente 96 km, se inicia al sur del límite del citado Parque, hasta llegar a la cuenca del río Nevado, área de Planta de Procesamiento.

2.2.3.1.5 Plan Integral de Manejo de Aguas

- Sector Piedra Pómez
 - **Campo de pozos:** El campo de pozos no modifica su localización respecto a lo aprobado originalmente mediante RCA N° 14/02. Se ubica en la comuna de Copiapó, específicamente en el sector Piedra Pómez, a 130 km al norte del sector cuenca río Nevado, a 4.500 m.s.n.m.
- Sector Cuenca Río Nevado
 - **Tubería de desvío y canales de contorno:** Estas obras lineales se localizan en la comuna de Tierra Amarilla, en la sección superior de la cuenca del río Nevado. Específicamente, la tubería de desvío se ubicará aguas arriba del depósito de relaves y continuará por el lado oeste de éste hasta llegar aguas abajo del sistema de control de infiltraciones. Por su parte, los canales de contorno, se ubicarán alrededor de la pila de lixiviación y aguas arriba del acopio de sulfuros, de la planta de procesamiento, del campamento Casale y la garita de acceso.
 - **Sistemas de drenaje:** los sistemas de drenaje se ubican en la comuna de Tierra Amarilla, en la sección superior de la cuenca del río Nevado. Específicamente, se ubicarán bajo las obras del depósito de relaves de limpieza, muro de confinamiento del depósito de relaves convencionales, botadero de estériles, acopio de sulfuros y pila de lixiviación.
 - **Sistema de control de infiltraciones:** El sistema de control de infiltraciones no modifica su localización respecto a lo aprobado originalmente por RCA N° 14/02. Sus instalaciones (principalmente el muro cortafuga para la captación de las aguas de contacto y la planta de osmosis inversa para el tratamiento de agua proveniente desde Piedra Pómez), se ubican aproximadamente 100 m aguas abajo del borde inferior del botadero de estériles.
 - **Acueducto La Gallina:** Esta obra se localiza en la comuna de Tierra Amarilla. Su trazado se desarrolla específicamente por las laderas de las sub-cuenca del río La Gallina y río Nevado, donde su sección terminal llega hasta la planta de procesamiento y el campamento Casale.
- Sector Punta Padrones
 - **Planta de osmosis inversa en Punta Padrones:** Esta planta de osmosis inversa se localiza en la comuna de Caldera, al interior de las instalaciones de filtrado de CMC, contiguas al Puerto Punta Padrones, que fueron aprobadas por RCA 14/02. Su ubicación específica corresponde a un sector de planicies litorales, aproximadamente 2 km al oeste de la ciudad de Caldera.
 - **Tuberías de agua tratada y agua de rechazo:** Desde la planta de osmosis inversa ubicada en el sector de la planta de filtrado, dos tuberías conducirán su efluente hasta las piscinas de almacenamiento temporal, las que se localizan en la comuna de Caldera,

específicamente a un costado de la ruta C-351, a 7,5 km de la planta de filtros, cercana a la Ruta 5 Norte.

- **Piscinas de almacenamiento temporal:** Las piscinas de almacenamiento temporal para el agua tratada y el agua de rechazo de la planta de osmosis inversa se localizan en la comuna de Caldera. Su ubicación específica corresponde a un costado de la ruta C-351, a aproximadamente 3 km al sureste de la ciudad de Caldera, en la misma área en que estaba definida la antigua piscina de evaporación, no ocupando un área mayor a la proyectada para esta última en el proyecto original.

2.2.3.1.6 Optimización de Gestión de Tránsito

- Patio de Estacionamiento

El patio de estacionamiento se emplaza en la comuna de Tierra Amarilla. Específicamente, esta obra se sitúa en el sector Punta Gorda, adyacente a la ruta C-401, aproximadamente en el kilómetro 14 de la ruta. En el Plano 2-2 se muestra su ubicación.

2.2.3.2 Acceso al Proyecto

Los accesos a las obras del Proyecto se desarrollan por vías públicas, utilizando las siguientes rutas:

- **Ruta Copiapó – Paso internacional Pircas Negras:** Para acceder a las obras localizadas en la sub-cuenca del río Nevado, LAT Cardones – Cuenca Río Nevado y al Concentraducto, se utilizarán las siguientes vías: Ruta 5, C-411, C-35, C-401, C-503, C-459, C-359 y 33-CH.
- **Ruta Copiapó – Paso internacional San Francisco:** Para acceder a las obras y actividades que se relacionan con la LAT La Coipa – Piedra Pómez y con el tramo inicial del acueducto, se utilizarán las siguientes vías: Ruta 5, C-411, C-35 y 31-CH.
- **Ruta Copiapó – Caldera:** Para acceder a la planta de osmosis inversa, piscinas de almacenamiento temporal y tramo final del concentraducto, se utilizarán las siguientes vías: Ruta 5 y C-351.

El Plano 2-3 muestra los accesos descritos relacionados con las obras del Proyecto.

2.2.4 Justificación de la Localización

A continuación se indica la justificación de la localización de las obras que componen las modificaciones del Proyecto:

Optimización de Procesos

Respecto de las optimizaciones que se introducen a la *planta de procesamiento* (principalmente la incorporación de una línea de óxidos), se mantiene la localización de las instalaciones de proceso del proyecto original, emplazándose sobre la misma área. La ubicación de la planta se conserva debido a la cercanía a la zona de extracción del mineral y con objeto de evitar en lo posible la intervención de nuevas áreas. El resultado es la generación de modificaciones sólo menores en sus características espaciales.

Además, como parte integral de esta modificación y bajo similares conceptos, se agrega como nueva instalación una *pila de lixiviación* emplazada sobre la huella del depósito de estériles aprobado en el proyecto original mediante RCA N°14/02.

La justificación de la localización del depósito de relaves de limpieza, se basa en la modificación de las condiciones de confinamiento de un sector del depósito de relaves aprobado en la RCA N° 14/02, y por tanto, no ocupar nuevas superficies. Se localiza en la quebrada Portezuelo del Nevado, en donde las condiciones del terreno son adecuadas para el confinamiento de los relaves. Es preciso señalar que los relaves serán sometidos a un proceso de destrucción de cianuro previo a su depositación que permitirá disminuir la concentración de cianuro a no más de 2 ppm.

Por su parte, la localización del *acopio de sulfuros* y del *acopio de remanejo* se justifica en su cercanía respecto de los accesos a la mina y a la planta de procesamiento (específicamente al chancador primario) lo que facilita los traslados y carga de material.

Actualización de Áreas de Servicio

La justificación de la localización de las *plataformas multipropósito* se basa en criterios de funcionalidad y cercanía a las instalaciones de planta de procesamiento y obras asociadas, permitiendo el acceso expedito hacia y desde estas instalaciones durante la fase de construcción.

El *área de campamento* no modifica su localización respecto de lo aprobado originalmente, su incorporación en el presente EIA responde a la necesidad de presentar un aumento en su capacidad, pero no así en su superficie. A su vez, la localización del *área de contratistas*, se basa en factores de cercanía al campamento, debido a las interrelaciones lógicas entre ambos sectores. Ambas áreas se ubican en el sector aguas abajo de la confluencia del río La Gallina con el río Nevado sobre relieves planiformes que minimizan los movimientos de tierra ligados a estas obras temporales.

Las obras de *plantas de tratamiento de aguas servidas en planta y campamento Casale*, así como la *planta de agua potable en campamento Casale*, se ubican próximas a las instalaciones en donde se generan las aguas servidas y donde se requiere consumo de agua potable.

La justificación de la localización de las *áreas de manejo de residuos*, se basa en criterios de seguridad, normativas, condiciones ambientales y de cercanía a las áreas de generación de residuos que permite una mejor gestión de manejo.

La localización de los *sectores de extracción de empréstitos* y la *planta de hormigón* está definida por factores operacionales, cercanía de materiales, granulometrías disponibles y por análisis de interferencias ambientales previos que indicaron los actuales sectores posibles de extracción de empréstitos en la fase de construcción así como los sectores de procesamiento durante la fase de construcción y operación.

El *aeródromo* debe su localización final en base al diseño de la pista de aterrizaje y estructuras de apoyo secundarias, tanto desde el punto de vista operacional (condiciones apropiadas del sitio para el aterrizaje y despegue) y de seguridad (alejado de las áreas de trabajo) como desde el punto de vista ambiental (menor incidencia posible).

La localización y justificación del *camino de acceso a la planta de procesamiento* está dada tanto por las relaciones espaciales entre ambas obras y sus actividades asociadas, como por factores operacionales. Cabe señalar, que el camino proyectado comprende el mejoramiento de aproximadamente 14 km sobre una huella existente y la construcción de un camino nuevo en un tramo de aproximadamente 10 km.

La localización de la *mini central hidroeléctrica* en el punto de afluencia del acueducto proveniente de Piedra Pómez se justifica técnicamente en la obtención de energía generada en base a la altura hidráulica del ducto. En base a la localización indicada anteriormente, la energía generada es enviada a la planta de procesamiento, obra ubicada adyacente a la mini central hidroeléctrica permitiendo minimizar las distancias de conducción.

Incorporación del Sistema de Transmisión y Distribución Eléctrica

Los trazados de las dos *líneas de alta tensión de transmisión eléctrica (Cardones– Cuenca Río Nevado y La Coipa – Piedra Pómez)* serán dispuestos desde los puntos de suministro más convenientes a los sectores que requieren el abastecimiento de energía: estos sectores son el campo de pozos de Piedra Pómez y la planta de procesamiento. Para el caso del campo de pozos Piedra Pómez la energía será transmitida desde una subestación de desvío (Tap-Off) de la línea Carrera Pinto – La Coipa mientras que para la planta de procesamiento se hará desde la subestación Cardones aledaña a la Ruta 5 a 15 km al Sur de Copiapó, en la cuesta del mismo nombre. Además, se propone un trazado paralelo a líneas existentes para minimizar los efectos ambientales ligados a estos proyectos lineales.

El trazado de la *línea de distribución eléctrica* de 23 kV Caldera - Punta Padrones justifica su localización para proporcionar suministro de energía a las obras en el sector Punta Padrones, iniciando su trazado en la subestación Caldera, que constituye el punto de suministro más cercano.

Optimización de Ductos

El trazado del *concentraducto* es el resultado de una mejora ambiental en relación con la traza original, con el objeto de evitar el paso por zonas pobladas y valles agrícolas de la región. Adicionalmente se realizó una optimización técnica de conducción hidráulica en el trazado del mismo.

El trazado del *acueducto* responde a aspectos técnicos de conducción hidráulica. El sector del trazado al interior del Parque Nacional Nevado Tres Cruces no se modifica en relación al proyecto original.

Plan Integral de Manejo de Aguas

- Sector Piedra Pómez

El campo de pozos de Piedra Pómez no modifica su localización respecto a lo aprobado originalmente. Su incorporación en el presente EIA responde a la conveniencia de presentar un Plan Integral de Manejo de Aguas. Es preciso señalar, además, que CMC cuenta con derechos de aprovechamiento de agua constituidos en este lugar.

- Sector Cuenca Río Nevado

La *tubería de desvío* se ubicará aguas arriba del depósito de relaves, con el objeto de desviar las aguas naturales antes de entrar en la zona del depósito, para luego restituir las al río Nevado. Por su parte, los *canales de contorno* se ubicarán aguas arriba de las obras de acopio de sulfuros, planta de procesamiento, campamento Casale y garita de acceso, cumpliendo el mismo propósito. Los canales de contorno de la pila de lixiviación captarán aguas de contacto para conducir las al sistema de control de infiltraciones.

La ubicación de los *sistemas de drenaje* permite interceptar y coleccionar las infiltraciones que se generen desde el depósito de relaves de limpieza, depósito de relaves convencionales, botadero de estériles, acopio de sulfuros y/o pila de lixiviación, para posteriormente recircular las en el proceso.

El *sistema de control de infiltraciones* se localiza en un punto de la sección superior de la cuenca del río Nevado, en donde convergen todos los flujos de aguas de contacto, tanto superficiales como subterráneos. De esta manera se asegura que el sistema captará los flujos de aguas de contacto provenientes de las diferentes instalaciones del Proyecto.

El *acueducto La Gallina* define su trazado desde el punto de extracción (en donde CMC cuenta con derechos de agua constituidos) hasta los puntos de distribución en la planta de procesamiento y campamento Casale, en consideración a las características superficiales que permitan un menor consumo de energía para el transporte de agua, así como una menor intervención de zonas ambientalmente sensibles.

- Sector Punta Padrones

La *planta de osmosis inversa en Punta Padrones* y las *piscinas de almacenamiento temporal* se localizan en el sector costero, en relación con el destino final del transporte de material húmedo por el concentrado.

Optimización de Gestión de Tránsito

La localización del *patio de estacionamiento* se justifica en su cercanía con la ruta de acceso al proyecto minero, así como en razón de las condiciones de seguridad que presenta el área para su operación (zona planiforme, buena visibilidad, espacio para giros de vehículos de alto tonelaje).

2.2.5 Superficie del Proyecto

La superficie total de las obras de optimización y/o modificación alcanza el orden de las 3.290 ha de las cuales aproximadamente 550 ha se encuentran aprobadas mediante RCA N°14/02. De lo anterior aproximadamente 2.740 ha corresponden a la superficie materia del presente EIA y se deben principalmente a los trazados lineales de nuevas obras (ductos y líneas de transmisión eléctrica). En el Anexo 2-A se presenta un detalle en la estimación de superficies asociadas a las modificaciones del Proyecto.

2.2.6 Monto de Inversión

El monto de inversión actualizado del Proyecto Optimización Proyecto Minero Cerro Casale se estima aproximadamente en cinco mil doscientos millones de dólares americanos (US\$ 5.200 millones).

2.2.7 Mano de Obra

La mano de obra requerida para la fase de construcción del Proyecto global (estimación actualizada) es de aproximadamente 9.000 personas, previéndose un máximo promedio de 11.000 personas durante el período de punta de esta fase. Para la fase de operación del proyecto global actualizado, el requerimiento de personal se estima en aproximadamente 2.000 personas.

2.2.8 Vida Útil, Descripción Cronológica y Fecha de Inicio de Ejecución

Las modificaciones al proyecto original, aprobado mediante RCA N°14/02, se construirán dentro de un plazo aproximado de cuatro años una vez aprobado el Proyecto "Optimización Proyecto Minero Cerro Casale". La fase de operación del Proyecto tendrá una vida útil aproximada de veinte años.

La fecha de inicio actualizada de la fase de construcción del Proyecto está prevista para el primer trimestre del año 2013, sin perjuicio que algunas obras del Proyecto que no han sido modificadas se proyecta comenzar antes con su construcción. Durante la fase de construcción

se ejecutará, además de las construcciones propiamente tales, la remoción de la sobrecarga de la mina (prestripping) y se iniciará la irrigación de la pila de lixiviación.

La fase de cierre del proyecto se iniciará una vez concluida la fase de operación, debido a que el desarrollo y/o crecimiento permanente de las instalaciones mayores, (como el rajo y los depósitos de relaves y estériles), no permite ejecutar obras y medidas de cierre en forma anticipada. Esta fase tendrá una duración estimada de 4 años. Posteriormente quedarán operativos los sistemas de manejo de aguas y otras instalaciones auxiliares, durante el tiempo que sea necesario para mantener un adecuado control y monitoreo de estos recursos. A esta última fase se la denomina “post-cierre”.

2.3 DEFINICIÓN DE PARTES, ACCIONES Y OBRAS FÍSICAS DEL PROYECTO

2.3.1 Actualización del Plan Minero

La optimización del Proyecto “Optimización Proyecto Minero Cerro Casale” considera la actualización del plan minero respecto al proyecto original, aprobado por RCA N°14/02. Basada en la nueva tasa de explotación de la mina, ésta actualización deriva de la nueva línea de procesamiento de óxidos (también denominada de minerales oxidados), considerando que originalmente existía una sola línea de procesos (de minerales sulfurados).

Las modificaciones al plan minero comprenden la actualización en la estimación anual de material extraído de la mina, la distribución de material según línea de proceso y la respectiva producción de mineral. La actualización del plan minero define una remoción de roca (estéril y mineral) desde el rajo igual al establecido en el proyecto original incrementando los años de vida útil de la mina, lo que implica que no aumentarán las capacidades nominales de la planta de procesamiento.

A continuación se presenta la Tabla 2-2 que muestra las principales características de la actualización del Plan Minero.

Tabla 2-2. Actualización Plan Minero

Principales Características del Plan Minero	
Extracción Total Aproximada	3.800 – 3.100 millones de toneladas
Procesamiento promedio diaria anual de minerales sulfurados	160.000 tpd
Producción Máxima anual aproximada	253 millones de toneladas
Aumento respecto al proyecto original aprobado	No existe aumento
Inicio de extracción	Año 2014
Término de extracción	Año 2034
Vida Útil de la Mina	20 Años
Aumento de la Vida Útil de la Mina Respecto al proyecto original aprobado	2 años

Fuente: CMC, 2011.

2.3.2 Optimización de Procesos

Las obras de la optimización de procesos, correspondientes a la pila de lixiviación, acopio de sulfuros, acopio de remanejo, modificaciones a la planta de procesamiento y depósito de relaves de limpieza, se describen a continuación y se presentan en el Plano 2-4.

2.3.2.1 Pila de Lixiviación

El Proyecto contempla la lixiviación del mineral en pilas en un Sistema de Lixiviación en Valle (SLV). Esta instalación corresponde a una modificación con respecto al proyecto original,

asociada a optimizaciones de la planta de procesamiento que permitirán el procesamiento de óxidos.

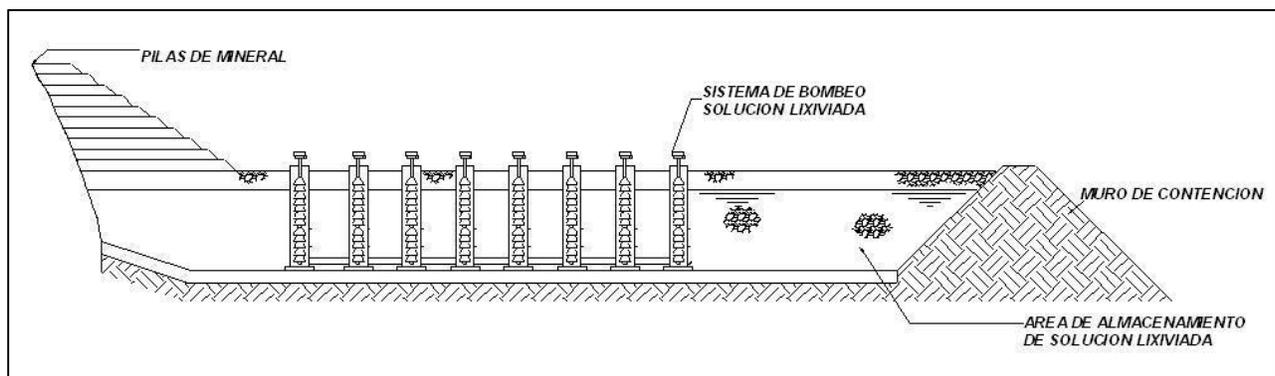
Esta instalación se construye aprovechando la configuración topográfica del lugar para obtener los cierres que permitan el almacenamiento de mineral y manejo de las soluciones de procesos. El área de construcción corresponde a una sección del área del botadero de estériles aprobado en la RCA N° 14/02. En el Plano 2-5 se presenta la ubicación de esta instalación.

Los principales componentes de la pila de lixiviación son:

- Muro de contención
- Base revestida
- Pila de mineral
- Área de almacenamiento de solución lixiviada (AASL)
- Sistema de bombeo de solución lixiviada

Adicionalmente, se contempla un sistema de drenaje y canales de contorno, los cuales se describen en la sección 2.3.6.2.3 del Plan Integral de Manejo de Aguas. En la Figura 2-1 se muestran los principales componentes de la pila de lixiviación.

Figura 2-1. Componentes de la Pila de Lixiviación



Fuente: CMC, 2011.

La superficie total cubierta por esta instalación es de aproximadamente 1,72 km².

Muro de contención

El muro de contención se ubicará en el borde aguas abajo del área de esta instalación, dispuesto transversalmente a la quebrada Peñasco Largo. Este muro de contención cumple dos funciones: 1) provee una estructura para contener las soluciones de lixiviación y 2) ayuda a mantener la estabilidad del sistema.

El muro de contención tendrá una altura aproximada de 75 m, revancha de 5 m y taludes 2H:1V, con un ancho de coronamiento aproximado de 30 m. Se encontrará revestido en su cara aguas arriba.

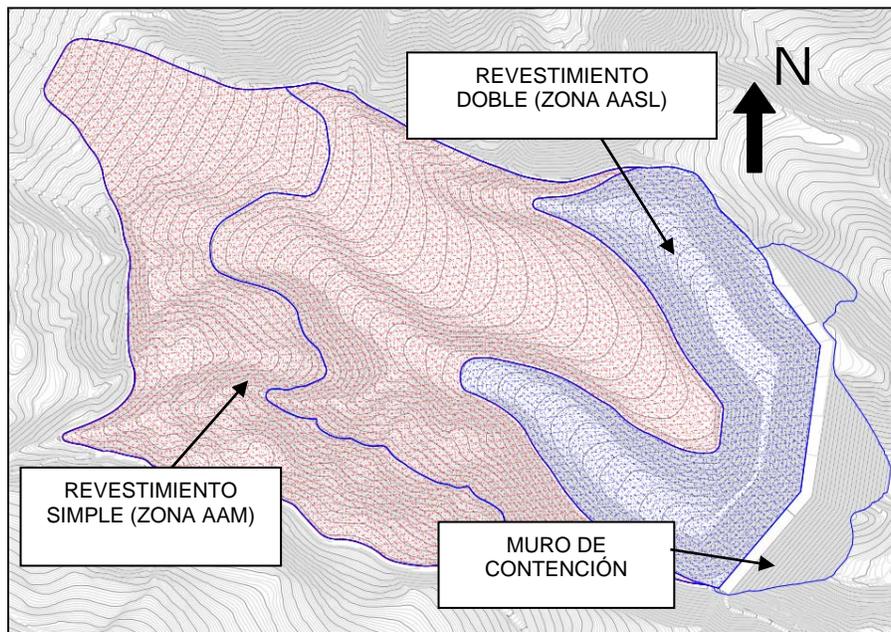
Base Revestida

La base revestida corresponde al sitio preparado para colocar el mineral, efectuar la lixiviación y contener las soluciones del proceso. Se contemplan dos tipos de revestimiento en distintas áreas, que son las siguientes:

- Área de Almacenamiento de Solución Lixiviada (AASL)
- Área de Almacenamiento de Mineral (AAM)

En la Figura 2-2 se presenta la ubicación de ambas áreas.

Figura 2-2. Base revestida de la pila de lixiviación



Fuente: CMC, 2011.

La base revestida en el Área de Almacenamiento de Solución Lixiviada, de arriba hacia abajo, consta de:

- Una capa de drenaje y protección, de aproximadamente 0,6 m de espesor, rellena con material chancado y tuberías lisas y perforadas de polietileno.
- Una geomembrana primaria lisa, de aproximadamente 2,5 mm de espesor, de LLDPE.
- Una capa de aproximadamente 0,5 m de espesor de material de drenaje de alta permeabilidad (Sistema de Recolección y Recuperación de Filtraciones).
- Una geomembrana secundaria texturada simple, de aproximadamente 2,5 mm de espesor, de LLDPE.

- Una cama de apoyo, de aproximadamente 0,3 m de espesor, con material de baja permeabilidad.

El Sistema de Recolección y Recuperación de Filtraciones dispuesto entre las dos geomembranas, minimizará los riesgos de filtraciones a través de la membrana secundaria. De este modo, si ocurriesen filtraciones a través de la geomembrana primaria, éstas serían colectadas por este sistema y conducidas por gravedad hacia la parte baja, en donde serían detectadas por la correspondiente instrumentación y retornadas al proceso (riego de la pila).

La base revestida en el área de almacenamiento del mineral (fuera de la zona AASL), de arriba hacia abajo, consta de:

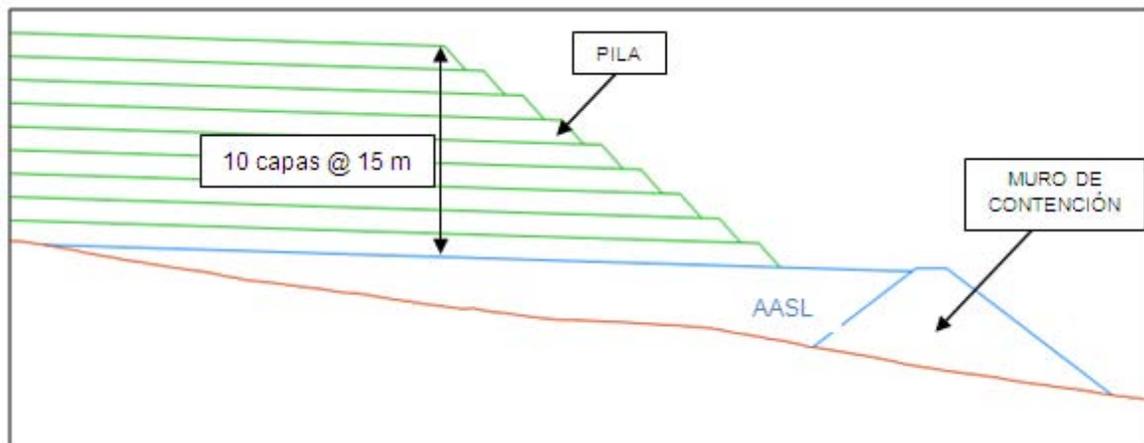
- Una capa de drenaje y protección, de 0,6m de espesor, rellena con material chancado y tuberías corrugadas y perforadas de polietileno.
- Una geomembrana de 2,0 mm de espesor, de LLDPE.
- Una cama de apoyo, de 0,3 m de espesor, con material de baja permeabilidad.

Es preciso señalar que la base revestida en el área de almacenamiento del mineral (AAM) contará sólo con una capa de geomembrana, debido a que sobre esta área se colocarán las pilas de mineral. En cambio, en la zona AASL se almacenará la solución lixiviada, por lo cual se requiere de una doble capa de geomembrana para evitar posibles filtraciones.

Pila de mineral

La pila de mineral ha sido diseñada en función de las características resistentes del mineral, del suelo de fundación y de la interacción mineral/geomembrana/fundación, de tal modo que ésta se comporte en forma estable bajo condiciones estáticas y sísmicas.

Como resultado de este diseño, el mineral se dispondrá en capas controladas de aproximadamente 15 m de altura, formando taludes globales estables (2,5H: 1V en la cara frontal y 1,6H: 1V en las laterales), de acuerdo al ángulo de reposo del material y a bermas de seguridad. La altura total del sistema es de aproximadamente 167 m, considerando la zona AASL.

Figura 2-3. Sección de la Pila de Mineral

Fuente: CMC, 2011.

Área de almacenamiento de solución lixiviada (AASL)

El sistema de lixiviación en valle almacenará las soluciones de proceso y las aguas de precipitación en la zona AASL, la cual se ubica aguas arriba del muro de contención y estará rellena de mineral.

La zona AASL tiene una capacidad para almacenar aproximadamente 3,0 Mm³ en los vacíos del mineral, ocupa un área aproximada de 0,43 km² y tiene una altura aproximada de 54 m. Este volumen permite contener las soluciones para el evento de un corte de energía por 72 horas (equivalentes a 378.000 m³), dejando disponible aproximadamente 2,62 Mm³ para contención de crecidas.

Es preciso señalar que la crecida máxima probable referida al sitio de emplazamiento de esta instalación genera un volumen aproximado de 263.000 m³, por lo que el sistema cuenta con un alto grado de seguridad ante eventos hidrológicos extremos.

Sistema de bombeo de solución lixiviada

Las soluciones se retiran del Área de Almacenamiento de Solución Lixiviada (AASL) por medio de un sistema de bombeo compuesto de bombas verticales que operarán a través de tuberías elevadoras verticales de acero (denominadas “risers”).

2.3.2.2 Acopio de Sulfuros y Acopio de Remanejo

El acopio de sulfuros corresponde al sector destinado a acopiar minerales sulfurados de baja ley que serán procesados según lo proyectado en base al plan minero desarrollado. Esta obra localizada al oeste de la planta de procesamiento contempla un canal de contorno que se describe en la sección 2.3.6.2.2 y un sistema de drenaje que se describe en la sección 2.3.6.2.3.

El acopio de sulfuros se ubicará sobre una plataforma construida con material estéril proveniente de la mina. Finalizada la construcción de la plataforma base se procederá a acopiar los sulfuros de baja ley que componen el acopio, el cual se dispondrá en capas de mineral de aproximadamente 16 metros de alto cada una, con un ángulo de reposo cercano a los 37°. Entre las capas existirá una berma de seguridad y una rampa de acceso de aproximadamente 20 metros de ancho.

La capacidad del acopio de sulfuros alcanzará aproximadamente 37 Mton y una altura máxima promedio de 150 m.

El acopio de remanejo corresponde al sector definido para acopiar minerales sulfurados, próximo al chancador primario con el fin de mantener el suministro de material al chancador ante cualquier eventualidad ocurrida en el envío de mineral desde la mina.

El acopio de remanejo contará con 2 niveles y con rampas de acceso de alrededor de 40 metros de ancho, bermas de seguridad entre niveles y un ángulo de reposo de material (ángulo de acopio) relativo de 37°.

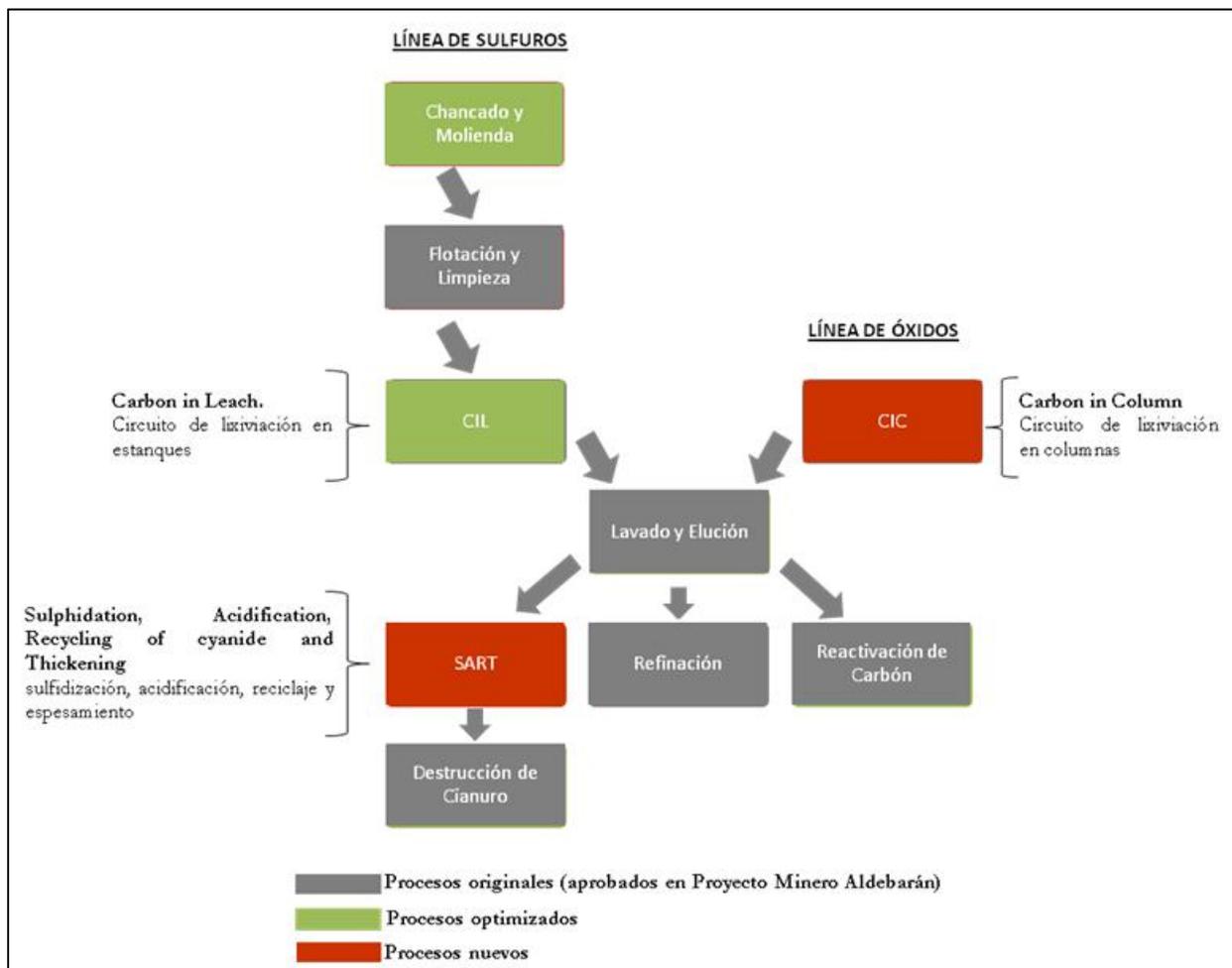
El acopio de remanejo se compondrá de aproximadamente 1,5 Mm³ de material estéril y tendrá una capacidad estimada de 2 Mm³ de mineral sulfurado proveniente de la mina.

Tanto el acopio de sulfuros como el acopio de remanejo se muestran en el Plano 2-6.

2.3.2.3 Planta de Procesamiento

La optimización de la planta de procesamiento comprende la incorporación de una línea de tratamiento y procesamiento para óxidos y una optimización de la línea de sulfuros. Las modificaciones asociadas a la planta de procesamiento y las instalaciones asociadas se presentan en la siguiente Figura:

Figura 2-4. Diagrama de Flujo General de Procesos de la Planta



Fuente: Elaboración propia.

Las modificaciones asociadas a la planta de procesamiento presentadas en la figura anterior se resumen a continuación:

Incorporación del circuito de lixiviación en columnas (CIC) para la solución lixiviada proveniente de la lixiviación en pilas. Las obras que se contemplan construir para la etapa CIC son:

- Se incorporan líneas de columnas (estanques), para contactar la solución proveniente de la etapa de lixiviación con carbón activado.

Optimización de proceso de sulfuros, que incluye las etapas de chancado secundario y terciario, molienda y además, como alternativa contempla el reemplazo del proceso CIP, (carbón en pulpa), por el proceso CIL, circuito de lixiviación en estanques. La optimización del proceso de sulfuros en relación a la modificación de la etapa de chancado incluye:

- Incorporación de chancado secundario que estará compuesto por chancadores de cono y sus respectivas correas transportadoras.

- Instalación de harneros para separar el material fino del proceso de chancado secundario (proceso seco).
- Reemplazo de molinos SAG por chancadores de rodillo de alta presión (HPGR) para el chancado terciario, instalando las unidades en paralelo.
- Incorporación de harneros adicionales para material húmedo.

En relación a la etapa de lixiviación del proceso de sulfuros (lixiviación en estanques de los relaves de limpieza), se incorpora como alternativa el reemplazo del proceso CIP por el proceso CIL. Se instalarán estanques, con sus respectivos agitadores, para la lixiviación en contacto con carbón activado.

Incorporación de un proceso para la recuperación de cianuro y cobre mediante sulfidización, acidificación, reciclaje y espesamiento (SART). Las obras que conformarán el proceso SART y que se instalarán y/o ensamblarán en la fase de construcción corresponden a:

- Reactor SART, sellado.
- Espesador, sellado.
- Conexiones del sistema de lavado de gases.
- Detectores de HCN y H₂S.
- Estanques de almacenamiento de reactivos.

Incorporación de una bodega para el almacenamiento de mercurio. El mercurio elemental recuperado desde el proceso de refinación y el carbón activado con azufre impregnado con mercurio proveniente de los gases del horno de reactivación y de los gases de fusión, electro obtención y otros, serán almacenados en esta bodega que se encuentra al interior de la planta de procesamiento. Las características de esta área se indican en la sección 2.3.3.2.5.

La ubicación y detalle de la planta de procesamiento se presentan en el Plano 2-7 y Plano 2-8.

2.3.2.4 Depósito de Relaves de Limpieza

La optimización de procesos del Proyecto contempla la segregación de sus relaves, separándolos en relaves convencionales (provenientes del proceso de obtención de cobre por flotación) y relaves de limpieza (provenientes del proceso de obtención de oro). La disposición de estos últimos se realizará en un depósito destinado sólo a los relaves de limpieza para un mejor control mediante condiciones de diseño específicas para su confinamiento.

El diseño del depósito de relaves de limpieza está orientado a minimizar y controlar las filtraciones, por lo que cuenta con revestimiento completo de la cubeta y talud del muro, con geomembrana LLDPE. Adicionalmente, contará con un sistema de drenaje para la captación de eventuales filtraciones y el posterior bombeo de éstas de vuelta al depósito (ver sección 2.3.6.2.3).

El depósito destinado a los relaves de limpieza, tendrá la capacidad de almacenar un total aproximado de 97 millones de toneladas (Mt) cantidad que representa cerca de un 10% del total

de relaves a depositar por el Proyecto. Los relaves de limpieza serán previamente tratados para disminuir la concentración de cianuro hasta no más de 2 ppm.

El depósito se emplazará en una superficie total aproximada de 200 ha al interior de la sección superior del área del depósito de relaves ya aprobada por RCA 14/2002 y contará con los siguientes componentes:

- Muro de confinamiento.
- Revestimiento de geomembrana (tanto en la cubeta como en el talud aguas arriba del muro).
- Sistema de drenaje (ver sección 2.3.6.2.3).
- Sistema de transporte y distribución de relaves.
- Sistema de recuperación de aguas claras.

En el Plano 2-9 se presentan los componentes de esta instalación, los que se describen a continuación:

2.3.2.4.1 Muro de Confinamiento

El muro de confinamiento del depósito de relaves de limpieza, alcanzará una altura máxima de 154 metros, para lo que se requiere un total de aproximado de 39 Mm³ de estéril de la mina. Tanto en el talud aguas abajo como aguas arriba, se contempla la construcción de capas de filtro, mientras que en el talud aguas arriba contará además con un revestimiento de geotextil y geomembrana de LLDPE.

Las características de diseño del muro de confinamiento del depósito y la capacidad de almacenamiento se describen a continuación:

Características de Diseño

El ancho aproximado de coronamiento, taludes y altura para la fase final del muro se presentan en la Tabla 2-3:

Tabla 2-3. Valores Aproximados del Ancho de Coronamiento, Taludes y Altura

Ancho de coronamiento	Talud		Altura final del muro (medida en el eje)
	Aguas arriba	Aguas abajo	
50 m (variable)	1,7H:1V	1,8H:1V	154 m

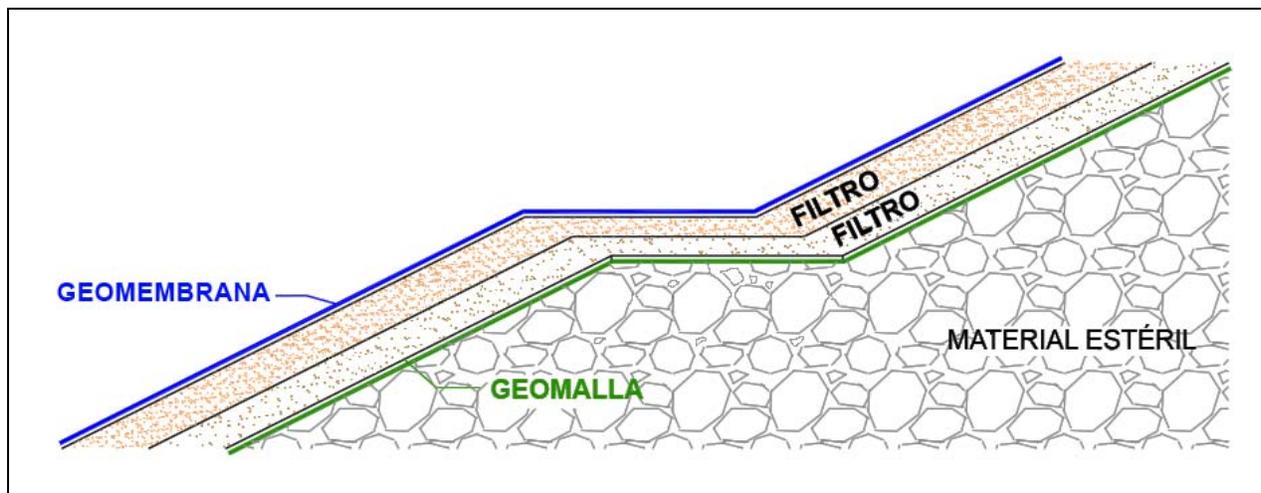
Fuente: CMC, 2011

El talud aguas arriba del muro de partida incluirá una capa de material aluvial que tiene como función proteger la geomembrana. Para el anclaje adecuado de la geomembrana en el talud de

aguas arriba, el diseño del muro incluye bermas de aproximadamente 9 m de ancho (Ver Figura 2-5).

El talud de aguas abajo estará revestido por un material aluvial, con el fin de proteger dicho talud de eventuales filtraciones provenientes del depósito de relaves convencionales. Además, en el talud de aguas abajo, se considera una berma que sirve de plataforma para las tuberías que atraviesan el muro de confinamiento (tubería de relaves convencionales, tuberías de recirculación de aguas claras y tubería del sistema de desvío de aguas naturales).

Figura 2-5. Disposición Estimada de Materiales sobre Talud Aguas Arriba



Fuente: CMC, 2011

Análisis de estabilidad estática, sísmica e hidrológica

En Chile, el diseño, construcción, operación y cierre de los depósitos de relaves está regulado en la normativa específica que ha sido desarrollada para lograr obras seguras, especialmente frente a solicitaciones sísmicas severas y eventos hidrológicos extremos. En consecuencia, el análisis de estabilidad del depósito de relaves deberá ser sometido a revisión y aprobación, mediante el correspondiente permiso ambiental sectorial (art. 84 del Reglamento) por parte del Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) en el marco de las exigencias del D.S. 248/07 del Ministerio de Minería, “Reglamento para la aprobación de proyectos de diseño, construcción, operación y cierre de los depósitos de relave”. A este respecto se considera necesario destacar lo siguiente:

- Los análisis de estabilidad que se realizan de acuerdo al D.S. 248/07 del Ministerio de Minería, cuya autoridad competente es SERNAGEOMIN, incluyen: análisis de estabilidad estática; análisis de estabilidad pseudo estática; análisis dinámicos basados en ensayos de propiedades dinámicas de los suelos, incluyendo cálculos de desplazamientos; cálculo de deformaciones; y análisis para condición de cierre, contemplando eventos solicitantes máximos y efectos del tiempo en las propiedades de los depósitos.

- La estabilidad estática y pseudoestática es evaluada empleando métodos de equilibrio límite, los cuales permiten determinar los factores de seguridad que presentan los muros frente a las diversas configuraciones de sollicitación a que pueden estar sujetos. En los análisis se utilizan programas numéricos disponibles a nivel internacional (estado del arte), los cuales tienen como datos de entrada principales: la geometría de los muros resistentes; las propiedades geotécnicas de la fundación; propiedades resistentes de los materiales constituyentes del muro, y el estudio sísmico a partir del cual se determina la aceleración sísmica de diseño.
- Complementariamente, se efectúan análisis dinámicos formales, los cuales permiten estimar la respuesta del depósito ante la ocurrencia de los sismos de diseño, determinando deformaciones y esfuerzos. Este análisis se basa en la geometría del muro, las propiedades estáticas y dinámicas de los materiales que lo constituyen (incluyendo fundación) y el sismo de diseño, utilizando modernas herramientas de cálculo numérico disponibles a nivel internacional.

Adicionalmente, conforme a lo establecido en el artículo 294 del Código de Aguas, el diseño del depósito de relaves de limpieza deberá ser sometido a revisión y aprobación por parte de la Dirección General de Aguas, autoridad principalmente encargada de verificar que los manejos de agua y las obras asociadas otorguen seguridad al depósito de relaves, especialmente en situaciones de grandes crecidas.

En síntesis, la seguridad del depósito de relaves de limpieza frente a situaciones sísmicas e hidrológicas extremas, es una materia técnica sectorial normada que deberá ser revisada y aprobada por las autoridades competentes, al solicitar el permiso ambiental sectorial correspondiente, para lo cual CMC presentará oportunamente los informes técnicos requeridos por la normativa sectorial vigente.

Es preciso señalar que todos estos análisis ya han sido realizados y confirman la seguridad de las obras del Proyecto.

Capacidad de Almacenamiento, Revancha y Vertedero

La capacidad final de almacenamiento considera el total de relaves de limpieza a depositar (aproximadamente 97 millones de toneladas) y el almacenamiento del volumen de la Crecida Máxima Probable nival para toda la operación.

El valor de las revanchas mínimas a emplear es cercano a los 3 metros medidos entre el coronamiento del muro y la cota máxima de agua esperada para la Crecida Máxima Probable Nival.

Instrumentación geotécnica del muro de confinamiento.

En el muro de confinamiento del depósito de relaves de limpieza se contemplan los siguientes instrumentos para control del comportamiento del muro

- Monolitos de control topográficos

Sobre el coronamiento del muro se instalarán monolitos de hormigón necesarios para el control topográfico y determinación de los posibles asentamientos de éste.

- Acelerógrafos.

El Proyecto incluye la instalación de una red sísmica local dotada de tres acelerógrafos, con sus respectivas casetas de instrumentación.

2.3.2.4.2 *Revestimiento*

El depósito será revestido con geomembrana tanto en su cubeta como en el talud aguas arriba del muro, con el objeto de evitar las filtraciones desde los relaves de limpieza.

Las eventuales filtraciones serían captadas por el sistema de drenaje proyectado bajo la geomembrana, el cual se describe como obra del Plan Integral de Manejo de Aguas, en la sección 2.3.6.2.3.

En el muro de confinamiento, se contemplan elementos para el control y captación de eventuales filtraciones captadas por los drenes. Estos elementos se explican en la sección 2.3.6.2.3 del Plan Integral de Manejo de Aguas.

2.3.2.4.3 *Sistema de Transporte y Distribución de Relaves*

Este sistema de transporte contempla la impulsión de los relaves de limpieza desde la planta de procesamiento hasta el sector destinado a su depósito, por medio de una tubería de presión de aproximadamente 6 km de largo de polietileno de alta densidad (HDPE, por sus siglas en inglés, High Density Polyethylene).

El punto específico de inicio de este sistema está en los estanques de destrucción de cianuro ubicados en la planta de procesamiento (a 40824.082 m.s.n.m.). Desde estos estanques se alimenta al cajón de bombeo, desde donde se conectan los equipos que impulsan los relaves.

La tubería de conducción de los relaves se extiende sobre una plataforma de pendiente uniforme y descendente hasta el sector aguas abajo del estribo derecho del muro de confinamiento, para posteriormente subir por sobre el estribo derecho y descargar en la cola del sector del depósito destinado a los relaves de limpieza.

La conducción de relaves de limpieza posee un punto bajo ubicado en el sector suroeste aguas abajo del muro de confinamiento. En este punto (a 40254.025 m.s.n.m.) se ubicará una piscina de emergencia para drenar la línea ante cualquier requerimiento. Las principales características de la piscina de emergencia son las siguientes:

- Piscina rectangular de aproximadamente 3000 m³.

- El volumen de relaves de limpieza a contener corresponde al doble del volumen de relave contenido en la tubería.
- Contempla un sistema de extracción de relave compuesto por una bomba vertical sumergible dispuesta sobre un muelle, que impulsa los relaves desde el fondo de la piscina a un cajón de traspaso dispuesto a un costado de la piscina.
- Desde el cajón de traspaso, una tubería de HDPE lleva el relave hasta el depósito de relaves de limpieza

La conducción descarga en un cajón distribuidor, el cual tiene como función recibir los relaves y alimentar a la tubería que los distribuye hacia los dos puntos de disposición.

Una vez conformada la laguna de aguas claras en el sector noreste del depósito su profundidad permitirá la recuperación de aguas claras. Desde los puntos de disposición los relaves serán descargados por medio de tuberías de HDPE.

2.3.2.4.4 Sistema de Recuperación de Aguas Claras

El sistema de recuperación de aguas claras desde la laguna del depósito de relaves de limpieza estará constituido por bombas instaladas sobre balsas. El agua se transfiere de cada sistema de balsa a una tubería de colección por tubos flexibles ubicados en una pasarela flotante. El agua es transportada hasta un estanque de cabeza ubicado en el sector del estribo izquierdo del muro de confinamiento.

Desde este estanque, el agua se conduce por gravedad el agua hasta un sistema de tratamiento basado en columnas de carbón (para reducir la concentración de cianuro) ubicado en el área de la planta de procesamiento. Existirán tres puntos de entrega regulados por válvulas de control para distribuir el agua tratada según requerimiento.

2.3.3 Actualización Áreas de Servicio

Las partes, acciones y obras físicas del Proyecto de las áreas de servicio corresponden a: las plataformas multipropósito, las áreas de manejo de residuos sólidos, área de campamento y de contratistas, plantas de tratamiento de aguas, sectores de extracción de empréstitos, planta de hormigón, aeródromo, camino de acceso a la planta de procesamiento y mini central hidroeléctrica. Todas estas obras y actividades se detallan separadamente en las siguientes sub secciones.

En el Plano 2-10 se presenta un esquema general de la localización de las diferentes actualizaciones de las áreas de servicio.

2.3.3.1 Plataformas Multipropósito

El Proyecto contempla habilitar dos plataformas que se ubicarán cercanas a la planta de procesamiento. Estas plataformas serán utilizadas en la fase de construcción por los equipos de

trabajo de construcción y durante la fase de operación se utilizarán como patios de bodega multipropósito.

Adicionalmente, se habilitará una plataforma de servicio contigua a la plataforma multipropósito Peñasco Largo, en el área de ocupación final de la pila de lixiviación. Esta plataforma contará con un área de oficinas, baños y casino para los trabajadores de CMC y contratistas. Además contará con estanques para agua potable y aguas servidas, más dos bodegas para almacenamiento temporal de residuos peligrosos. Esta plataforma funcionará sólo durante la fase de construcción.

En el Plano 2-11 se presenta la ubicación de estas instalaciones. Las características principales de estas plataformas se presentan en la Tabla 2-4:

Tabla 2-4. Características Estimadas de las Plataformas Multipropósito

Nombre	Elevación	Superficie
Plataforma Contratista	4.260 m.s.n.m.	3,5 ha
Plataforma Peñasco Largo	4.060 m.s.n.m.	5 ha
Plataforma de Servicio	4.000 m.s.n.m.	9,2 ha

Fuente: CMC, 2011

2.3.3.2 Áreas de Manejo de Residuos Sólidos

El Proyecto contempla la construcción de nuevas instalaciones para la gestión de sus residuos sólidos con respecto al proyecto original aprobado mediante RCA N°14/02, en donde se contemplaba sólo un incinerador como solución de disposición final, el cual sería reemplazado por las nuevas instalaciones que se indican a continuación:

- Un relleno sanitario de residuos domésticos;
- Un relleno sanitario de residuos industriales no peligrosos;
- Un depósito de almacenamiento temporal de residuos reciclables y reutilizables
- Una bodega de almacenamiento temporal de residuos peligrosos;
- Una bodega de almacenamiento temporal de mercurio y residuos de mercurio.

Las cuatro primeras instalaciones se distribuyen en dos plataformas que se ubican al sur de las instalaciones del sistema de control de infiltraciones y contiguas al camino de acceso a la planta de procesamiento. Estas instalaciones conforman el área de manejo de residuos sólidos principal del Proyecto. En el Plano 2-12, se presenta la ubicación y el detalle de las áreas de manejo de residuos sólidos.

Por su parte, la bodega para almacenamiento de mercurio y residuos de mercurio, se ubicará al interior del área de la planta de procesamiento, con el objeto de minimizar los traslados de esta sustancia a otras áreas del Proyecto. En el Plano 2-8 se muestra la ubicación y el detalle de las

características de esta bodega, que se incluye en el Anexo 2-B asociado al Plan conceptual para el manejo de residuos peligrosos.

La plataforma norte (ubicada más cercana al camino de acceso a la planta de procesamiento) tendrá una superficie aproximada de 24.000 m². Incluirá el relleno sanitario de residuos domésticos, la bodega de almacenamiento temporal de residuos peligrosos, las vías de circulación interiores, una oficina que incluye el control de acceso, estacionamientos y un portón de corredera. El control de acceso contará con un sistema de registros que permitirá cuantificar la cantidad de residuos por tipo de almacenaje y disposición.

La plataforma sur (ubicada al sur de la plataforma norte) tendrá una superficie aproximada de 20.000 m². Incluirá el relleno sanitario de residuos industriales no peligrosos, el depósito de almacenamiento temporal de residuos reciclables y reutilizables (comercializables), una zona de quema de maderas de aproximadamente 150 m² y las vías de circulación interiores.

Ambas plataformas contarán con obras de desvío de aguas superficiales consistentes en contrafosos, así como también contarán con cierres perimetrales para prevenir la entrada de personas y animales.

2.3.3.2.1 *Relleno Sanitario de Residuos Domésticos.*

El relleno sanitario de residuos domésticos, ubicado en la plataforma norte, tendrá una superficie aproximada de 9.000 m² y su diseño cumplirá con lo establecido en el D.S. N° 189, "Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y de Seguridad Básicas en los Rellenos Sanitarios" del Ministerio de Salud.

El relleno sanitario contará con celdas de almacenamiento de residuos y también contará con un área para el material de cobertura, un área de lavado de camiones y una cámara para almacenamiento temporal de los lixiviados.

El área de lavado de camiones se instalará sobre una superficie de baja permeabilidad y el agua usada será conducida a la cámara de lixiviados o se retirará mediante camiones.

El sistema de revestimiento lateral y de fondo del relleno sanitario considera los siguientes elementos:

- Revestimiento geosintético arcilloso
- Geotextil
- Geonet
- HDPE.

El relleno sanitario contará con un sistema colector de lixiviados compuesto por una red de tuberías perforadas ubicadas en el fondo del relleno y conectadas a una tubería principal que

los conducirá a la cámara de almacenamiento temporal. La cámara tendrá dos salidas: una conexión para estanques de camión y otra salida a un sistema de recirculación de lixiviados.

El sistema de recirculación de lixiviados los conducirá desde la cámara de vuelta al relleno. Esto ayudará a incrementar la biodegradación anaeróbica.

2.3.3.2.2 *Relleno Sanitario de Residuos Industriales No Peligrosos.*

El relleno sanitario de residuos industriales no peligrosos (inertes) se emplazará junto al depósito de almacenamiento temporal de residuos reciclables y reutilizables (ambos ubicados en la plataforma sur) y tendrá una superficie aproximada de 10.000 m², distribuida en dos celdas de almacenamiento.

Contiguo al relleno sanitario de residuos industriales no peligrosos (inertes), existirá un área de almacenamiento para el material de cobertura.

Debido a que los residuos industriales no peligrosos no contienen materia orgánica de rápida descomposición que pueda generar lixiviados ni gases de descomposición, no se requiere un sistema de revestimiento del fondo de la cubeta ni tampoco un sistema de manejo de biogás.

2.3.3.2.3 *Depósito de Almacenamiento Temporal de Residuos Reciclables y Reutilizables.*

El depósito de almacenamiento temporal de residuos reciclables y reutilizables, localizado en la segunda plataforma junto al depósito de residuos industriales no peligrosos, tendrá una superficie aproximada de 2.100 m².

El depósito tiene por objeto almacenar plásticos, chatarra, papeles y cartones con algún valor comercial.

Contiguo al depósito de almacenamiento temporal de residuos reciclables y reutilizables, existirá un acopio de almacenamiento temporal en donde se realizará la clasificación de los residuos entre residuos industriales no peligrosos (inertes) y residuos reciclables y reutilizables.

2.3.3.2.4 *Bodega de Almacenamiento Temporal de Residuos Peligrosos*

Los residuos peligrosos serán almacenados temporalmente en una bodega diseñada de acuerdo al D.S. N° 148/2004, "Reglamento Sanitario Sobre Manejo de Residuos Peligrosos" del Ministerio de Salud.

Esta bodega se localizará en la primera plataforma, junto al relleno sanitario de residuos domésticos. Tendrá una superficie aproximada de 600 m² y contará con las siguientes condiciones y características:

- Tendrá una base sólida, continua, lavable, revestida y resistente estructural y químicamente a los residuos.

- La estructura de la bodega será sólida y a prueba de fuego.
- El galpón de la bodega estará techado y protegido de condiciones ambientales tales como humedad, temperatura y radiación solar.
- Se garantizará que se minimizará la volatilización, el arrastre o la lixiviación y en general cualquier otro mecanismo de contaminación del medio ambiente que pueda afectar a la población.
- Tendrá una capacidad de retención de escurrimientos o derrames no inferior al volumen del contenedor de mayor capacidad ni al 20% del volumen total de los contenedores almacenados.
- Contará con señalización de acuerdo a la Norma Chilena NCh 2.190 de 2003.

El tiempo máximo de almacenamiento de residuos peligrosos será de 15 días. Posteriormente, los residuos peligrosos serán transportados fuera del lugar por una empresa autorizada para el transporte de estos residuos y finalmente dispuestos en los lugares que cuenten con la autorización sanitaria para estos efectos.

2.3.3.2.5 *Bodega para Almacenamiento Temporal de Mercurio*

La bodega para almacenamiento temporal de mercurio elemental y carbón activado con azufre que está impregnado con mercurio, tendrá una superficie aproximada de 250 m². Las características de esta bodega serán, en lo general, similares a las descritas previamente para la bodega de almacenamiento temporal de residuos peligrosos. El detalle de las características de esta instalación se describe en el Anexo 2-B (Plan Conceptual para el Manejo de Residuos Peligrosos).

2.3.3.3 Área de Campamento y de Contratistas

El área de campamento y de contratistas, corresponde al sector en donde se ubicará el campamento Casale (que funcionará durante la fase de construcción y operación). Este fue aprobado mediante RCA N° 14/02 para una capacidad aproximada de 4000 personas para el campamento de construcción y de 1.236 personas para el campamento de operación. Adicionalmente, en esta área, se incorporarán diversas instalaciones para apoyar en las actividades de construcción por parte de los contratistas. La ubicación del área de campamento y de contratistas se presenta en el Plano 2-13 y el detalle de las instalaciones se muestra en el Plano 2-14.

La actualización del campamento Casale consiste en un aumento en el número de camas con respecto a lo aprobado en la RCA N° 14/02, debido al mayor número de trabajadores que requerirá la fase de construcción del Proyecto.

El aumento en el número de camas permitirá una capacidad total aproximada para 9.000 trabajadores del Proyecto. Lo anterior implica un aumento en la capacidad de la planta de tratamiento de agua potable y la planta de tratamiento de aguas servidas del campamento

Casale respecto a lo aprobado mediante RCA N°14/02. Las características de las plantas de tratamiento de aguas se indican en la sección 2.3.3.

El área de contratistas contempla una serie de instalaciones que se ubicarán alrededor del campamento Casale, para apoyar en las actividades de construcción del Proyecto. En la Tabla 2-5 se entrega el listado de instalaciones.

Tabla 2-5. Instalaciones del Área de Contratistas

Instalaciones	
1	Bodega
2	Almacén
3	Plataforma para prearmado de equipos
4	Taller de mantenimiento para vehículos livianos
5	Oficinas pioneras para contratistas
Áreas de construcción	
A	Bodega Temporal, Patio Cubierto Temporal, Oficinas
B	Plataformas para contratistas
C	Áreas de Prefabricación

Fuente: CMC, 2011

Instalaciones

Bodega y Almacén: Son instalaciones que se utilizarán para la fase de construcción en dos áreas cercanas al campamento Casale. Servirán para guardar herramientas, elementos de protección personal, agua embotellada e insumos de mantenimiento. También tendrán talleres de operación y mantenimiento.

Plataforma para prearmado de equipos: Se habilitará una plataforma de prearmado para equipos al lado del taller de mantenimiento para vehículos livianos.

Taller de Mantenimiento para Vehículos Livianos: Se instalará un taller de mantenimiento para vehículos livianos. Este taller contará con una oficina, bodegas, compresor y estanque de aire y las correspondientes áreas para hacer el mantenimiento de los vehículos. Se construirá sobre un radier de hormigón.

Oficinas Pioneras para Contratistas: Esta instalación se compone de filas de contenedores unidas por un techo común. Se habilitará para que los contratistas se instalen provisoriamente hasta que estén habilitadas las áreas de construcción definitivas. Tendrá una capacidad para aproximadamente 75 personas y contará con servicios de agua, teléfono, red de computación y otros.

Áreas de construcción

Bodega Temporal: Es un edificio de estructura metálica con revestimientos sin aislación, con una superficie aproximada de 4000 m².

Patio Cubierto Temporal: El patio cubierto se ubica próximo a la bodega. Es una cubierta de aproximadamente 2000 m², cerrada por un cerco de malla metálica.

Oficinas Bodega Temporal: Este edificio se ubica próximo a la bodega. Se prefabricará en módulos estándar y se instalará en terreno equipado y amoblado. Tiene una superficie aproximada de 500 m², distribuidos en unas 11 oficinas y 21 estaciones de trabajo.

Plataformas para contratistas: Se habilitarán plataformas para que los contratistas habiliten contenedores prefabricados, que se emplearán como oficinas, bodegas u otro requerimiento. Se les entregará servicios básicos (línea telefónica, red computacional, conexiones a la red de agua potable y aguas servidas).

Dentro de estos lotes se habilitarán talleres para vehículos y equipos de contratistas. En uno de estos lotes se instalará una bodega de materiales radioactivos (densímetros) para uso de los contratistas, la cual cumplirá con todos los requerimientos legales.

En estas plataformas se habilitarán áreas de manejo de residuos sólidos para su segregación y almacenamiento temporal. Se clasificarán los residuos domésticos, industriales y peligrosos para su posterior recolección in-situ y disposición fuera de la faena hasta que esté habilitado el relleno sanitario y área de manejo de residuos permanente del Proyecto.

Áreas de Prefabricación: Se habilitarán plataformas para la prefabricación y/o armado de estructuras de tamaño variable. Estas áreas servirán para el almacenamiento y acopio de equipos.

En estas plataformas se habilitarán áreas de manejo de residuos sólidos para su segregación y almacenamiento temporal. Se clasificarán los residuos industriales y peligrosos para su posterior recolección in-situ y disposición fuera de la faena hasta que esté habilitado el relleno sanitario y área de manejo de residuos permanente del proyecto.

2.3.3.4 Plantas de Tratamiento de Aguas

2.3.3.4.1 Planta de tratamiento de aguas servidas en Campamento Casale

La planta de tratamiento de aguas servidas (PTAS), en el sector del campamento Casale, será ampliada en su capacidad con respecto a lo presentado en el proyecto aprobado mediante RCA N°14/02. Comenzará su funcionamiento durante la fase de construcción, con una capacidad aproximada de 1.035 m³/d, manteniéndose operativa durante la fase de operación con una capacidad aproximada de 225 m³/d.

2.3.3.4.2 Planta de tratamiento de aguas servidas en planta de procesamiento

Esta planta de tratamiento de aguas servidas se ubicará en el sector de la planta de procesamiento. Funcionará desde la fase de construcción del Proyecto con una capacidad aproximada de 225 m³/d, manteniéndose operativa durante la fase de operación con una capacidad aproximada de 75 m³/d. Esta instalación no estaba prevista en el proyecto aprobado mediante RCA N°14/02.

2.3.3.4.3 Planta de tratamiento de agua potable

Respecto a la planta de tratamiento de agua potable en el sector del campamento Casale, esta será del tipo osmosis inversa. Durante la fase de construcción, tendrá la capacidad de producir aproximadamente 1.150 m³/d de agua potable. Durante la fase de operación, su producción disminuye a un flujo aproximado de 200 m³/d (debido al menor número de trabajadores).

2.3.3.5 Sectores de Extracción de Empréstitos

El material de empréstito requerido para la construcción de las principales obras e instalaciones del Proyecto será obtenido de diferentes sectores de extracción. En el Plano 2-15 se indica la probable localización de los sectores de extracción de empréstitos y en la Tabla 2-6, se resume las características básicas estimadas de cada sector de extracción.

Tabla 2-6. Superficie y Volumen de Extracción Aproximada de los Sectores de Extracción de Empréstitos.

Nombre	Superficie aproximada (ha)	Volumen disponible aproximado (m ³)
Empréstitos Río Nevado 1	5,03	181.000
Empréstitos Río Nevado 2	4,25	128.000
Empréstitos Río Nevado 3	6,4	194.000
Empréstitos Río Nevado 5	33,01	349.000
Empréstitos Río La Gallina	179,77	4.196.000
Empréstitos Río Nevado 4	10,9	240.000
Empréstitos de Arcilla	5,45	200.000
Empréstitos Cantera para enrocado	37,04	370.000
TOTAL	282	5.858.000

Fuente: CMC, 2011

Asociado a la localización de las obras proyectadas se requerirán de áreas de acopio para el apilamiento de empréstitos y sectores para la instalación de las plantas de producción. En la siguiente tabla se indica la ubicación y superficie de estas instalaciones:

Tabla 2-7. Ubicación y Superficie de Plantas de Producción y Acopio de Empréstitos

Áreas	Sector	Superficie (Há)	Ubicación	
			Coordenada Este*	Coordenada Norte*
Planta de producción 1	Área río La Gallina	1	475.672	6.917.466
Planta de producción 2	Área cantera para enrocado	4	475.417	6.922.300
Acopio de empréstitos	Área sector de extracción río Nevado 2	6	473.183	6.920.468

* Coordenadas en UTM PSAD 56

Fuente: CMC, 2011

Las instalaciones dispondrán de piscinas para manejo del agua para el lavado de áridos. Se estima que las piscinas de manejo de agua y de decantación serán de unos 8.000 m³. Adicionalmente, en el área de estas instalaciones se acopiará el material de rechazo.

2.3.3.6 Planta de Hormigón

La planta de producción de hormigón, que funcionará durante la fase de construcción, contará con aproximadamente 4 plantas independientes ubicadas en la misma área considerada para estos efectos. El propósito es que una o dos se encuentren en modo de reserva, dependiendo de las necesidades.

El diseño de las plantas mencionadas se basa en el requerimiento de hormigón del Proyecto, estimándose contar con capacidades de entre 120 a 150 m³ de hormigón por hora de cada planta.

La superficie estimada para la planta de hormigón es de 150 m por 200 m y se compone básicamente de las siguientes instalaciones:

- Planta dosificadora en peso
- Correa transportadora
- Estanques de cemento y agua
- Patios segregados para el acopio de áridos: arena, ripio, gravilla, escombros
- Estacionamientos para camiones y camionetas
- Caseta de control, oficinas y baños
- Taller para fabricación y mantenimiento de los equipos y herramientas correspondiente (máquinas de soldar, esmeriles, etc.)
- Sistema de calefacción y almacenamiento de combustibles

La ubicación de la planta de hormigón se presenta en Plano 2-16.

2.3.3.7 Aeródromo

El aeródromo se ubicará en el sector de Cuevitas, aproximadamente a 5 km del sector del campamento Casale, a unos 3.290 m.s.n.m. El aeródromo contará con una pista de carpeta granular con imprimación reforzada de aproximadamente 2.620 m de largo x 80 m de ancho. El diseño del aeródromo cumplirá con las normas de la Dirección General de Aeronáutica Civil según el tipo de aeronave a ocupar.

Las instalaciones incluyen una plataforma de estacionamiento para los aviones y otra para vehículos terrestres.

El Plano 2-17 muestra la ubicación y el Plano 2-18 muestra el detalle del diseño del aeródromo.

2.3.3.8 Camino de Acceso a la Planta de Procesamiento

El Proyecto contempla el mejoramiento y construcción de un camino de aproximadamente 24 km de longitud, que se desarrolla desde el empalme con la ruta 33-CH, en el sector de Cuevitas hasta la planta de procesamiento (4.100 m.s.n.m.). En el Plano 2-19 se muestra el trazado del camino.

El tramo en donde se realizará una mejora del camino existente, se desarrolla desde el sector Cuevitas hasta aguas abajo del sistema de control de infiltraciones, correspondiendo a los primeros 14 km. El tramo a construir corresponde aproximadamente a los últimos 10 km hasta llegar a la planta de procesamiento.

Es preciso señalar que se realizará una mejora del camino existente, ya que éste no cumple con las características geométricas ni de estándar para el tránsito que circulará con motivo de la construcción y operación de la mina.

Debido a que la magnitud de la mejora es significativa, se consideran las mismas actividades de construcción que requiere el tramo a construir y por tanto, presentan los mismos criterios de diseño, los cuales se detallan en la Tabla 2-8..

Tabla 2-8. Criterios de Diseño Aproximados del Camino de Acceso a la Planta de Procesamiento

Criterio	Valor aproximado
Ancho de la plataforma	Variable según corte
Ancho de la calzada	2 pistas de aproximadamente 3,5 m cada una, más una tercera pista en los últimos 10 km hasta llegar a la planta.
Bermas	1,5 m (cada lado)
Sobre-ancho de la plataforma (SAP)	0,5 m pero aumenta a 1,0 en sectores instale barreras de contención
Pendiente máxima	9%

Criterio	Valor aproximado
Peralte máximo	7%
Radio de curva mínimo	120 m
Velocidad de diseño	50 a 60 km/h

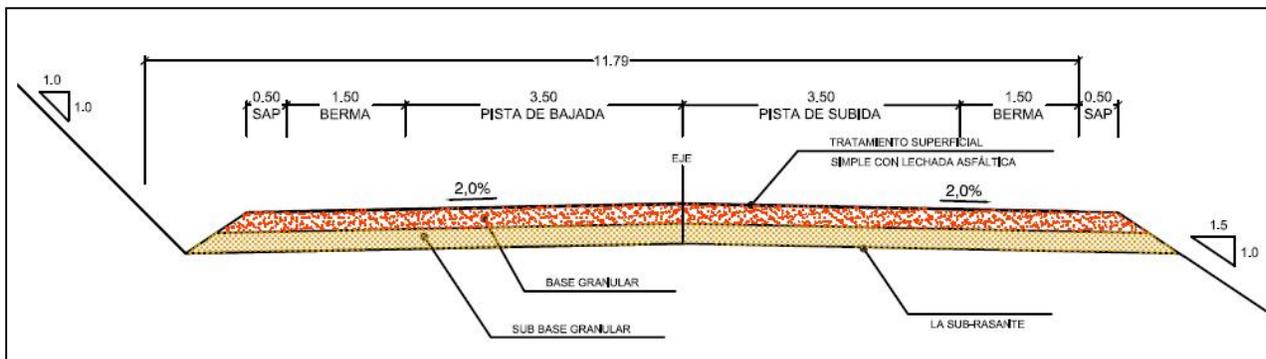
Fuente: CMC, 2011

Para la carpeta de este camino se contempla aplicar un tratamiento superficial con lechada asfáltica. Este tratamiento tendrá las siguientes características:

- Capa de rodadura: Tratamiento superficial doble
- Espesor base granular: 250 mm aprox.
- Espesor sub-base granular: 250 mm aprox.

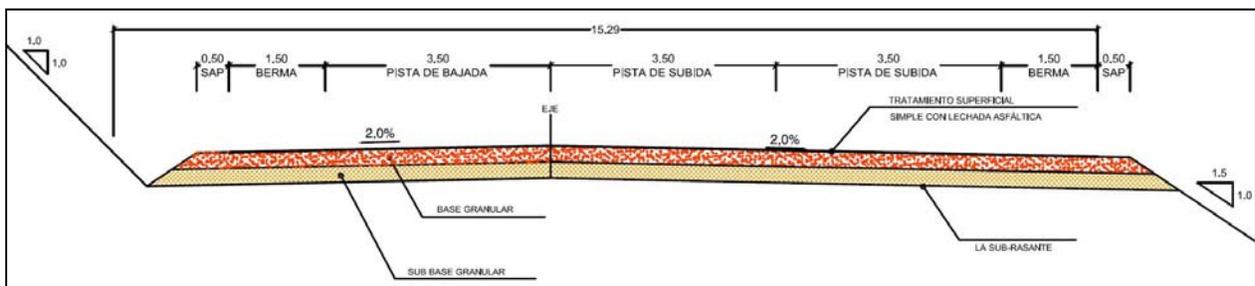
El tramo a construir presenta algunas características especiales. En este tramo la pendiente es mayor, del orden del 9%, por lo que se ha proyectado una pista de subida, también de 3,5 m de ancho. En la Figura 2-6 y en la Figura N° 2-6 se presenta el perfil tipo del camino de acceso en el tramo a construir para dos y tres pistas respectivamente:

Figura 2-6. Perfil Tipo Camino de Acceso de Dos Pistas



Fuente: CMC, 2011

Figura 2-7. Perfil Tipo Camino de Acceso de Tres Pistas



Fuente: CMC, 2011

2.3.3.9 Mini central hidroeléctrica

Como parte de los esfuerzos para optimizar el uso eficiente de energía, el Proyecto contempla un sistema de recuperación de energía por medio de una mini central hidroeléctrica que será instalada al final del trazado del acueducto, aprovechando la diferencia de cota entre el sector planta de procesamiento y la máxima elevación de la tubería de agua.

La mini central hidroeléctrica cubrirá una superficie total aproximada de 4.400 m² a una elevación de 4.217,6 m.s.n.m. y se localizará a unos 700 m de la planta de procesamiento, justo antes de llegar a la piscina de recepción de agua fresca (ver Plano 2-20).

La fuente de poder consiste en un equipo generador compuesto principalmente de una parte móvil o rotor que gira debido al empuje externo desde la turbina. El generador poseerá una potencia nominal aproximada de 6 MW. Como by-pass a la mini central se tiene previsto una estación disipadora de energía mediante válvulas.

Para la descarga de agua de la mini central o la estación disipadora, se ha previsto que sea recolectada en la piscina de agua fresca de la planta concentradora.

2.3.4 **Incorporación del Sistema de Transmisión y Distribución Eléctrica**

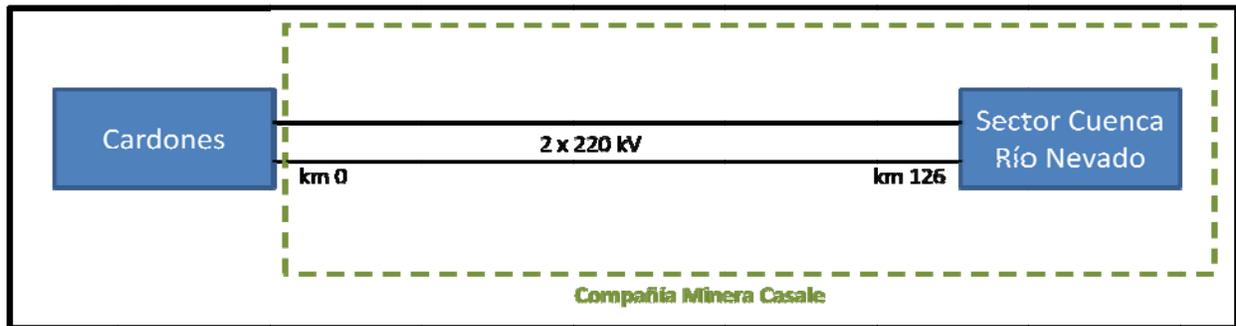
Las partes, acciones y obras físicas de la incorporación del sistema de transmisión y distribución eléctrica, se componen de dos líneas de alta tensión y una línea de distribución que se detallan en las siguientes secciones.

2.3.4.1 Línea de Alta Tensión Cardones – Cuenca Río Nevado

La LAT Cardones – Cuenca Río Nevado corresponde a una línea de transmisión eléctrica de doble circuito en 2x220 kV, con un largo aproximado de 126 km. El Plano 2-21 muestra el trazado de la LAT.

Para la recepción y distribución de energía, en la planta de procesamiento se construirá la subestación principal Casale, que contará con cuatro transformadores de potencia de 220/23 kV cada uno. La energía será distribuida en 23 kV a las instalaciones del sector planta, donde se transformará en 4,16 kV.

La LAT se iniciará en la subestación Cardones (infraestructura existente) de acuerdo al siguiente diagrama de instalaciones:

Figura 2-8. Esquema de Transmisión y Subestaciones LAT Cardones-Cuenca Río Nevado

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 2-9, presenta las principales características de la línea de transmisión. Cabe señalar que estas características corresponden a un diseño preliminar indicativo.

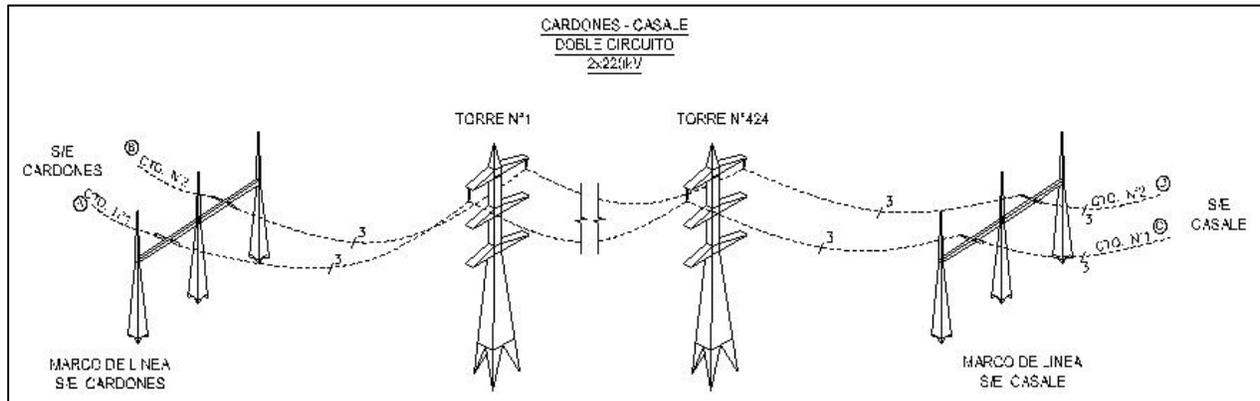
Tabla 2-9. Características Generales de la Línea de Transmisión

Propiedad	Característica
Tensión Nominal	220 kV
Capacidad de transmisión nominal	320 MVA
Capacidad de transmisión máxima	455 MVA
Frecuencia Nominal	50 Hz
Disposición de conductores	Vertical
Número de Circuitos	2
Número de Fases	6
Longitud de línea	126 km
Conductor	Tipo 1; Conductor de aluminio reforzado con aleación. Tipo 2 y 3; Tipo de conductor desnudo de aluminio con alma de acero.
Cable de guardia	Tipo A; Cable de guardia con fibras ópticas. Tipo B; Cable de guardia de acero con revestimiento de aluminio.

Fuente: CMC, 2011.

La línea eléctrica se soportará sobre aproximadamente 424 torres de acero de estructura reticulada autosoportante. El tendido será de doble circuito y contempla un conductor por fase (Ver Figura 2-9). Cabe señalar que el trazado de la LAT considera variantes y realineaciones que serán definidas durante la fase de construcción.

Figura 2-9. Diagrama del Sistema Eléctrico



Fuente: CMC, 2011.

Las coordenadas con la ubicación de los vértices de la LAT Cardones – Cuenca Río Nevado y la localización específica de las torres se adjuntan en el Anexo 2-C.

2.3.4.1.1 Componentes

Conductores

Los cables conductores cuya función es la transmisión eléctrica, serán de 3 tipos. En las siguientes tablas, se presentan las características técnicas de estos tipos de conductores. Cabe señalar que estas características corresponden a un diseño preliminar indicativo.

Tabla 2-10. Características del Conductor Tipo 1

Tipo	Tipo 1 (Conductor de Aluminio Reforzado con Aleación)
Sección transversal	760 mm ²
Cantidad de alambres	33/28
Diámetro del conductor	35,85 mm
Peso nominal del conductor	2,095 kg/m
Carga de rotura	16.044 kg
Módulo de elasticidad	6.250 kg/mm ²
Coefficiente de Temperatura	0,000023 /°C

Fuente: CMC, 2011.

Tabla 2-11. Características del Conductor Tipo 2

Tipo	Tipo 2 (Conductor Desnudo de Aluminio con Alma de Acero)
Sección transversal	726 mm ²

Tipo	Tipo 2 (Conductor Desnudo de Aluminio con Alma de Acero)
Cantidad de alambres	54/19 (Aluminio/Acero)
Diámetro del conductor	35,10 mm
Peso nominal del conductor	2,433 kg/m
Carga de rotura	19.788 kg
Módulo de elasticidad	7.000 kg/mm ² .
Coefficiente de Temperatura	0,0000194 /°C

Fuente: CMC, 2011.

Tabla 2-12. Características del Conductor Tipo 3

Tipo	Tipo 3 (Conductores Desnudos de Aluminio con Alma de Acero)
Sección transversal	817 mm ²
Cantidad de alambres	54/19 (Aluminio/Acero)
Diámetro del conductor	37.21 mm
Peso nominal del conductor	2,738 kg/m
Carga de rotura	22.262 kg
Módulo de elasticidad	7.000 kg/mm ² .
Coefficiente de Temperatura	0,0000194 /°C

Fuente: CMC, 2011.

Cable de Guardia y Fibra Óptica

El cable de guardia de la línea eléctrica, cuya función es la protección de la infraestructura, será del Tipo A. En las zonas 3 y 4 se utiliza también un segundo cable Tipo B. Las características de éstos se muestran en la Tabla 2-13 y Fuente: CMC, 2011.

Tabla 2-14 respectivamente. Adicionalmente se considera también la instalación de fibra óptica para transmisión de datos. Cabe señalar que estas características corresponden a un diseño preliminar pero de todas formas indicativo.

Tabla 2-13. Características del Cable de Guardia Tipo A

Tipo	Tipo A (Cable de Guardia con Fibras Ópticas)
Número de Fibras	36
Sección normal	81.45 mm ² .
Diámetro del cable de guardia	12 mm.
Peso nominal del cable de guardia	0,35 kg/m
Carga de rotura	8.000 kg (Mínimo)

Tipo	Tipo A (Cable de Guardia con Fibras Ópticas)
Módulo de Elasticidad	11.500 kg/mm ² .
Coefficiente de temperatura	0,0000148 °C

Fuente: CMC, 2011.

Tabla 2-14. Características del Cable de Guardia Tipo B

Tipo de Cable	Tipo B (Cable de Guardia de Acero con Revestimiento de Aluminio)
Número de Alambres	7
Sección Transversal	62 mm ²
Diámetro del conductor	11 mm.
Peso nominal del cable de guardia	0,491 kg/m
Carga de rotura	9000 kg Mínimo
Módulo de Elasticidad	16.200 kg/mm ²
Coefficiente de temperatura	1,30 E-05/°C

Fuente: CMC, 2011.

2.3.4.1.2 Estructuras de Soporte de la Línea de Transmisión (Torres)

La línea de transmisión será soportada por torres de acero galvanizado de estructura reticulada autosoportantes. Los tipos de estructuras considerados son: suspensión, anclaje, remate, anclaje–remate y transposición.

El uso de los distintos tipos de estructuras, obedece a criterios de diseño estructural que se encuentran determinados por los niveles de esfuerzo que se ejercen sobre las estructuras producto de las distintas distribuciones de carga que se desarrollan, esto debido a las diferencias de longitud a cubrir por los vanos entre estructuras, a las diferencias de nivel entre las torres y a los cambios de dirección impuestas por restricciones de trazado. Las características y diseño de cada tipo de estructura corresponden a un diseño preliminar que se presentan en el Anexo 2-D

2.3.4.1.3 Fundaciones

Para las estructuras de la línea, las fundaciones son el apoyo para estabilizar las estructuras en el terreno. En general, estas fundaciones son de hormigón armado que consisten en excavaciones que se rellenan con hormigón con o sin relleno compactado. En los casos en que no es posible emplear fundaciones de hormigón, como es el caso de la roca firme, se emplean fundaciones especiales en base a cámaras o cáncamos. Lo anterior aplica para todas las fundaciones del sistema de transmisión y distribución eléctrica del Proyecto.

2.3.4.1.4 Distancias mínimas del conductor al suelo:

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

Tabla 2-15. Distancias Mínimas del Conductor al Suelo

Tipo de Distancias	Metros Líneas de alta tensión
Regiones poco transitables y sin actividad agrícola (montañas, cerros y cursos de agua no navegables)	6,6
Regiones poco transitables y con posible actividad agrícola (praderas, valles, etc.)	6,6
En cruce de caminos secundarios o sin pavimentar.	7,16
Regiones transitables (localidades, caminos principales, y plazas públicas)	8

Fuente: CMC, 2011.

2.3.4.1.5 Distancias mínimas a las construcciones:

Los conductores deberán mantener una distancia horizontal mínima a las construcciones, la cual es de aproximadamente 3,5 m.

A la distancia anterior se deberá agregar la desviación de los conductores por efecto del viento, con una inclinación mínima de las cadenas de 30° y para condiciones de flecha calculada para la temperatura de 10°C sobre la temperatura ambiente máxima. Además, se considerará la distancia correspondiente a la mitad del ancho de la estructura.

2.3.4.1.6 Puestas a tierra:

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

Para las líneas de alta tensión, la malla de puesta a tierra de cada una de las estructuras será con pletina de acero galvanizado y los chicotes de conexión entre la malla de tierra y la estructura, será mediante soldadura eléctrica al stub de cada pata de la estructura.

2.3.4.1.7 Franja de seguridad:

En las líneas de alta tensión, para un vano máximo de 200 metros hasta los 3.645 m.s.n.m. se considerará una franja de seguridad mínima de 3540 metros aproximadamente, conforme con lo dispuesto por el artículo 109 de la Norma NSEG 5 E.n. 71 “Instalaciones Eléctricas de Corrientes Fuertes”, de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles.

2.3.4.1.8 Cruces de la línea eléctrica con otro tipo de infraestructuras y cauces

Las líneas eléctricas presentan cruces con otras instalaciones existentes, entre las cuales cabe señalar los cruces con caminos, líneas eléctricas y cauces de ríos. El diseño de los cruces da cumplimiento a las normas NSEG 5, “Instalaciones de Corrientes Fuertes” y NSEG 6 “Cruces y paralelismos de las líneas eléctricas”.

2.3.4.1.9 Cruce de Caminos Públicos

La línea de transmisión cruza las siguientes rutas:

Tabla 2-16. Cruces de la Línea Eléctrica Cardones-Cuenca Río Nevado con Rutas

Cruce	Descripción
Cruce con Ruta C – 411	Entre estructuras N° 37 y N° 38.
Cruce con Ruta C – 35	Entre estructuras N° 49 y N° 50.
Cruce con Ruta C – 401	Entre estructuras N° 67 y N° 68.
Cruce con Ruta C – 405	Entre estructuras N° 77 y N° 79.
Cruce con Ruta C – 401	Entre estructuras N° 82 y N° 83.
Cruce con Ruta C – 401	Entre estructuras N° 88 y N° 88.1.
Cruce con Ruta C – 401	Entre estructuras N° 100 y N° 101.
Cruce con Ruta C – 521	Entre estructuras N° 119 y N° 120.
Cruce con Ruta C – 519	Entre estructuras N° 126 y N° 127.
Cruce con Ruta C – 503	Entre estructuras N° 135 y N° 136.
Cruce con Ruta C – 503	Entre estructuras N° 143 y N° 143.1.
Cruce con Ruta C – 503	Entre estructuras N° 159 y N° 160.
Cruce con Ruta C – 503	Entre estructuras N° 163 y N° 164.
Cruce con Ruta C – 503	Entre estructuras N° 178 y N° 179.
Cruce con Ruta C – 503	Entre estructuras N° 192 y N° 193.
Cruce con Ruta C – 503	Entre estructuras N° 220 y N° 221.
Cruce con Ruta C – 503	Entre estructuras N° 223 y N° 224.
Cruce con Ruta C – 605	Entre estructuras N° 309 y N° 310.

Fuente: CMC, 2011.

Cabe señalar que los cruces mencionados podrán ajustarse según las condiciones del terreno durante la fase de construcción.

2.3.4.1.10 Cruce con otras Líneas Eléctricas

La línea de transmisión cruza las siguientes líneas eléctricas:

Tabla 2-17. Cruces de la Línea Eléctrica Cardones – Cuenca Río Nevado con otras Líneas Eléctricas

Cruce	Descripción
Cruce con 2 líneas de alta tensión	Entre estructuras N° 48 y N° 49.
Cruce con línea de comunicación y línea de media tensión.	Entre estructuras N° 49 y N° 50.
Cruce con línea de alta tensión Maricunga	Entre estructuras N° 67 y N° 68.
Cruce con línea de alta tensión Maricunga	Entre estructuras N° 82 y N° 83.
Cruce con línea de alta tensión Maricunga	Entre estructuras N° 85 y N° 86.
Cruce con línea de alta tensión Maricunga	Entre estructuras N° 100 y N° 101.
Cruce con línea de alta tensión Maricunga	Entre estructuras N° 134 y N° 135.
Cruce con línea de alta tensión Maricunga	Entre estructuras N° 142 y N° 143.
Cruce con línea de alta tensión Maricunga	Entre estructuras N° 178 y N° 179.
Cruce con línea de alta tensión Maricunga	Entre estructuras N° 192 y N° 193.
Cruce con línea de alta tensión Maricunga	Entre estructuras N° 220 y N° 221.
Cruce con línea de alta tensión Maricunga	Entre estructuras N° 240 y N° 241.
Cruce con línea de alta tensión Maricunga	Entre estructuras N° 266 y N° 267.

Fuente: CMC, 2011.

Cabe señalar que los cruces mencionados podrán ajustarse según las condiciones del terreno durante la fase de construcción.

2.3.4.1.11 Cruces con Ríos

La línea de transmisión cruza ríos para lo cual no se contempla el uso de estructuras instaladas en los cauces. Los ríos son los siguientes:

Tabla 2-18. Cruce de la Línea Eléctrica Cardones – Cuenca Río Nevado con Ríos

Cruce	Descripción
Cruce con Río Copiapó	Entre estructuras N° 48 y N° 49.
Cruce con Río Figueroa	Entre estructuras N° 309 y N° 310.

Fuente: CMC, 2011.

2.3.4.1.12 Caminos de Acceso y Acercamiento

Para la instalación de la LAT Cardones – Cuenca Río Nevado se utilizarán caminos de acceso existentes y caminos de acercamiento temporales que se presentan en el Plano 2-21. La descripción de la construcción y uso de estos caminos se presenta en la sección 2.4.3.2.1y 2.4.3.2.2.

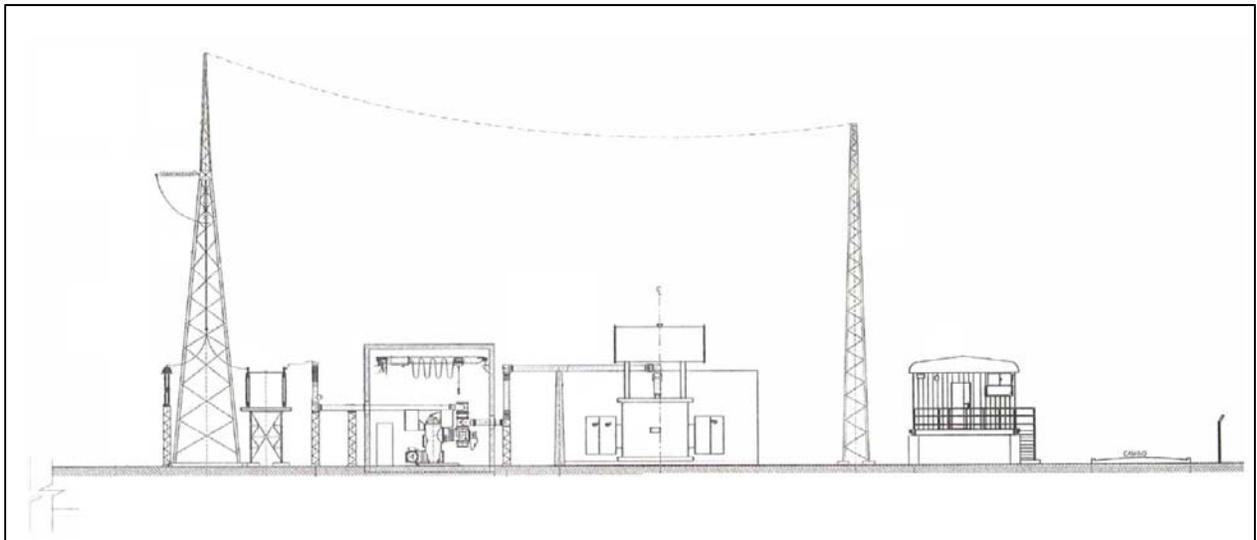
2.3.4.2 Línea de Alta Tensión La Coipa - Piedra Pómez

La LAT La Coipa – Piedra Pómez corresponde a una línea de transmisión eléctrica de aproximadamente 61 Km de 110 kV de tensión. El Plano 2-22, muestra el trazado de la LAT.

La subestación de energía de Piedra Pómez contará con un transformador de potencia de 110/23 kV. Para la alimentación de energía a las instalaciones de Piedra Pómez se instalará un transformador de 23/4.16 kV por instalación.

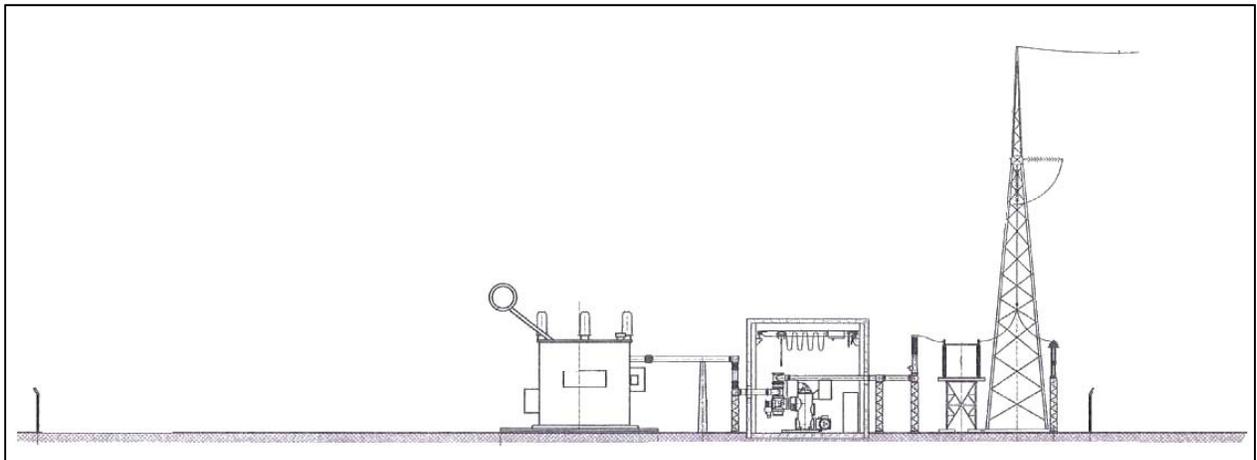
En las siguientes figuras se presentan los perfiles de la subestación eléctrica La Coipa y de Piedra Pómez.

Figura 2-10. Perfil Subestación Eléctrica Piedra Pómez



Fuente: CMC, 2011.

Figura 2-11. Perfil Subestación Eléctrica La Coipa



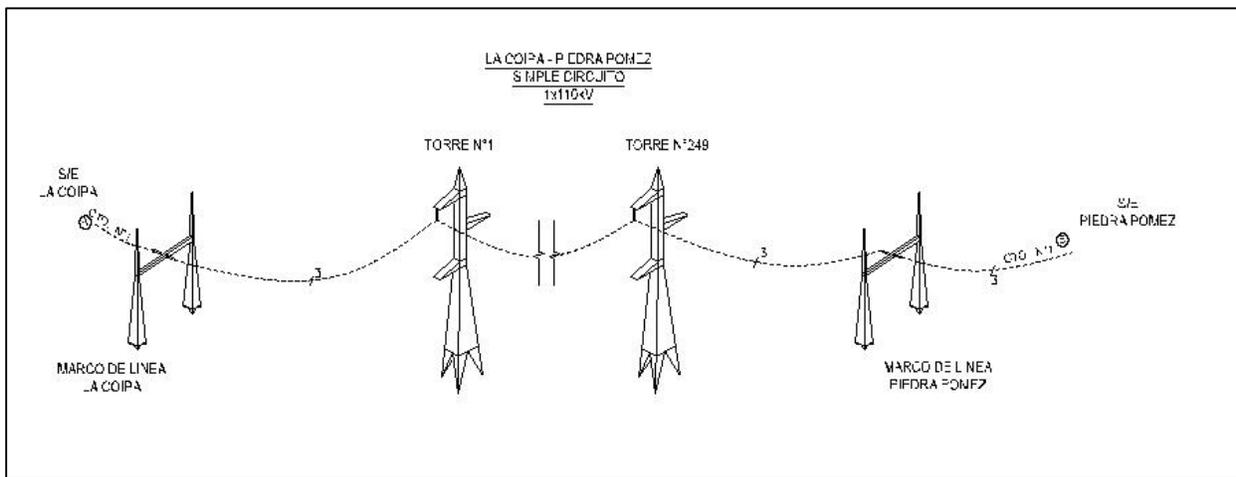
Fuente: CMC, 2011.

Propiedad	Característica
Longitud de línea	61 km
Conductor	Conductor desnudo de aluminio con alma de acero
Cable de guardia	Con Fibras ópticas (Tipo 1) y de acero con revestimiento de aluminio y strand (Tipo 2)

Fuente: CMC, 2011.

La línea eléctrica se soportará sobre un total de 249 torres de acero de estructura reticulada autosoportante. El tendido será de simple circuito y contempla un conductor por fase (ver Figura 2-13).

Figura 2-13. Diagrama del Sistema Eléctrico



Fuente: CMC, 2011.

Las coordenadas con la ubicación de los vértices de la LAT Cardones – Cuenca Río Nevado y el detalle con la localización de las torres se presentan en el Anexo 2-C.

2.3.4.2.1 Componentes

Conductores

Los cables conductores cuya función es la transmisión eléctrica, serán conductores desnudos de aluminio con alma de acero. En la Tabla 2-20 se presentan las características técnicas de estos tipos de conductores. Cabe señalar que estas características corresponden a un diseño preliminar pero de todas formas indicativo.

Tabla 2-20. Características Tipo del Conductor

Tipo	Conductor Desnudo de Aluminio con Alma de Acero
Sección transversal	495 mm ²
Cantidad de alambres	30/19 (Aluminio/Acero)
Diámetro del conductor	28,96 mm
Peso nominal del conductor	1.838 kg/km
Resistencia a la rotura nominal del conductor	18.390 kg
Módulo de elasticidad	7.000 kg/mm ² .
Coefficiente de Temperatura	0,0000194 /°C

Fuente: CMC, 2011.

Cable de Guardia y fibra óptica

El cable de guardia de la línea eléctrica cuya función es la protección de la infraestructura, será del Tipo OPGW y Alumoweld a través de toda la longitud de la línea. Las características de éstos cables de guardia se muestran en la Tabla 2-21 y Fuente: CMC, 2011.

Tabla 2-22. Adicionalmente se considera también la instalación de fibra óptica para transmisión de datos. Cabe señalar que estas características corresponden a un diseño preliminar pero de todas formas indicativo.

Tabla 2-21. Características del Cable de Guardia Tipo 1

Tipo	Cable de Guardia con Fibras Ópticas
Número de Fibras	36
Sección Transversal	51,23 mm ² .
Diámetro del cable de guardia	12 mm.
Peso nominal del cable de guardia	0,35 kg/m
Carga de rotura	7.000 kg (Mínimo)
Módulo de Elasticidad	11.500 kg/mm ² .
Coefficiente de temperatura	0,0000148 °C

Fuente: CMC, 2011.

Tabla 2-22. Características del Cable de Guardia Tipo 2

Tipo de Cable	Cable de Guardia de Acero con Revestimiento de Aluminio
Número de Alambres	7
Sección Transversal	51,23 mm ²
Diámetro del conductor	9,78 mm máximo

Tipo de Cable	Cable de Guardia de Acero con Revestimiento de Aluminio
Peso nominal del cable de guardia	0,3896 kg/m
Carga de rotura	8.500 kg mínimo
Módulo de Elasticidad	16.200 kg/mm ²
Coeficiente de temperatura	1,30 E-05/°C

Fuente: CMC, 2011.

Estructuras de Soporte de la Línea de Transmisión (Torres)

Las características generales de las estructuras de soporte de la línea de transmisión serán las mismas indicadas para la línea de alta tensión Cardones – Cuenca Río Nevado. Las características específicas y el diseño de cada tipo de estructura corresponden a un diseño preliminar que se presentan en el Anexo 2-D.

2.3.4.2.2 Fundaciones

Las fundaciones de las estructuras de soporte de la línea de transmisión serán las mismas indicadas para la línea de alta tensión Cardones – Cuenca Río Nevado.

2.3.4.2.3 Distancias mínimas del conductor al suelo:

Las distancias mínimas admisibles de los conductores al suelo serán las mismas indicadas para la línea de alta tensión Cardones – Cuenca Río Nevado.

2.3.4.2.4 Distancias mínimas a las construcciones:

Las distancias mínimas a las construcciones serán las mismas indicadas para la línea de alta tensión Cardones – Cuenca Río Nevado.

2.3.4.2.5 Puestas a tierra:

Las puestas a tierra serán las mismas indicadas para la línea de alta tensión Cardones – Cuenca Río Nevado.

2.3.4.2.6 Franja de seguridad:

El ancho de la franja de seguridad de una línea de transmisión es la misma indicada para la línea de alta tensión Cardones – Cuenca Río Nevado.

2.3.4.2.7 Cruces de la línea eléctrica con otro tipo de infraestructuras y caminos

Tal como se mencionó en la Línea de Alta Tensión Cardones – Cuenca Río Nevado, la línea presenta cruces con otras instalaciones existentes.

El diseño de los cruces da cumplimiento a las normas NSEG 5, “Instalaciones de Corrientes Fuertes” y NSEG 6 “Cruces y paralelismos de las líneas eléctricas”.

2.3.4.2.8 Cruce de Caminos Públicos

La línea de transmisión cruza las siguientes rutas:

Tabla 2-23. Cruces de la LAT La Coipa - Piedra Pómez

Cruce	Descripción
Cruce con Ruta C – 31	Entre estructuras N° 40 y N° 41.
Cruce con Ruta C – 31	Entre estructuras N° 67 y N° 68.
Cruce con Ruta C – 173	Entre estructuras N° 111 y N° 112.

Fuente: CMC, 2011.

Cabe señalar que los cruces mencionados podrán ajustarse según las condiciones del terreno durante la fase de construcción.

Cruce con otras Líneas Eléctricas

La línea de transmisión cruza las siguientes líneas eléctricas:

Tabla 2-24. Cruces de la LAT La Coipa - Piedra Pómez

Cruce	Descripción
Cruce con línea de alta tensión	Entre estructuras N° 6 y N° 7.
Cruce con línea de alta tensión	Entre estructuras N° 26 y N° 27.
Cruce con línea	Entre estructuras N° 33 y N° 34.

Fuente: CMC, 2011.

Cabe señalar que los cruces mencionados podrán ajustarse según las condiciones del terreno durante la fase de construcción.

2.3.4.2.9 Caminos de Acceso y Acercamiento

Para la instalación de la LAT La Coipa – Piedra Pómez se utilizarán caminos de acceso existentes y caminos de acercamiento temporales que se presentan en el Plano 2-22. La descripción de la construcción y uso de estos caminos se presenta en la sección 2.4.3.2.1 y 2.4.3.2.2.

2.3.4.3 Línea de Distribución Caldera - Punta Padrones

Las instalaciones de la planta de filtros se abastecerán de energía eléctrica mediante una línea de distribución eléctrica de 23 kV y de un largo aproximado de 7 km, que unirá la subestación eléctrica de Caldera con la subestación eléctrica ubicada en la planta de filtros. El Plano 2-23, muestra el trazado de esta línea de distribución.

Cabe señalar que tendrá una ruta casi paralela a la línea de distribución existente entre la subestación de Caldera y las instalaciones del puerto de Candelaria, a fin de utilizar los espacios disponibles de acuerdo al plan de desarrollo de la ciudad de Caldera.

El diseño de la línea aérea considera 90 metros como separación máxima entre los postes. La instalación de los postes no incluye una base de hormigón.

La línea será construida en una sola etapa, y considera seis cruces de camino, cuatro cruces eléctricos y un cruce ferroviario, cambiando en éstos el tipo de poste a instalar.

La subestación eléctrica de la planta de filtros se ubicará junto al edificio de filtros y contará con un transformador de distribución 23/4.16 kV, 5 MVA y una sala eléctrica.

A continuación se detallan los diferentes componentes de la línea de distribución:

Conductores

El cable conductor (compuesto por alambres), cuya función es la transmisión eléctrica, será de aluminio y de diámetro variable.

Cable de Guardia y Fibra Óptica

El cable de guardia de la línea de transmisión, cuya función es la protección de la infraestructura, tendrá las características señaladas en la siguiente tabla. Cabe señalar que estas características corresponden a un diseño preliminar aunque indicativo.

Tabla 2-25. Características del Cable de Guardia

Tipo	OPGW
Número de Fibras	24
Sección Transversal	26 – 51,23 mm ²
Diámetro del cable de guardia	Aprox. 12 mm
Peso nominal del cable de guardia	0,338 kg/m
Carga de rotura	4.695 – 6.000 kg
Modulo de Elasticidad	9702 kg/ mm ²
Coefficiente de temperatura	1,77 E-05/C ⁰

Fuente: CMC, 2011.

2.3.4.3.1 Estructuras de Soporte de la Línea de Transmisión (Torres)

Las estructuras para la línea de transmisión serán de simple circuito, construidas según se requiera de acero galvanizado o de hormigón armado, autosoportantes. La familia de estructuras propuestas son de suspensión tipo S1, anclaje – remate tipo A60 y poste de hormigón armado tipo PS. Las características y diseño de cada tipo de estructura corresponden a un diseño preliminar que se presentan en el Anexo 2-D.

2.3.4.3.2 Fundaciones

Las fundaciones de las estructuras de soporte de la línea de transmisión serán las mismas indicadas para la línea de alta tensión Cardones – Cuenca Río Nevado.

2.3.4.3.3 Distancias mínimas del conductor al suelo:

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

Tabla 2-26. Distancias Mínimas del Conductor al Suelo

Tipo de Distancias	Metros Líneas de distribución
Regiones poco transitables y sin actividad agrícola (montañas, cerros y cursos de agua no navegables)	5,5
Regiones poco transitables y con posible actividad agrícola (praderas, valles, etc.)	5,5
En cruce de caminos secundarios o sin pavimentar.	6
Regiones transitables (localidades, caminos principales, y plazas públicas)	6

Fuente: CMC, 2011.

2.3.4.3.4 Distancias mínimas a las construcciones:

Los conductores deberán mantener una distancia horizontal mínima a las construcciones, según lo establece la norma NSEG.5 E.n.71 “Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Corrientes Fuertes”, la cual es de 2 m por ser una línea de categoría B, es decir, la tensión nominal entre conductores no excede los 25.000 V.

A la distancia anterior se le deberá agregar la desviación de los conductores por efecto del viento, con una inclinación mínima de las cadenas de 30°.

2.3.4.3.5 Puestas a tierra:

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

Para las líneas de distribución, la malla de puesta a tierra de cada una de las estructuras será con pletina de acero galvanizado y los chicotes de conexión entre la malla de tierra y la estructura, será mediante soldadura eléctrica al stub de cada pata de la estructura.

En los postes de hormigón la conexión a la malla de puesta de tierra consistirá en un cable de acero galvanizado E.H.S. 3/8" de diámetro conectado a la extensión metálica y soporte de aisladores line post, el que bajará por el interior del poste dentro de un tubo de PVC y se conectará a la pletina de la malla mediante soldadura eléctrica al arco.

2.3.4.3.6 Franja de seguridad:

El ancho de la franja de seguridad de una línea de transmisión queda determinado por lo establecido en el artículo 109 de la Norma NSEG 5 E.n. 71 "Instalaciones Eléctricas de Corrientes Fuertes", de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles.

En las líneas de distribución para un vano máximo de 317 metros hasta los 1.166 m.s.n.m. se tiene una franja de seguridad mínima de 16 metros aproximadamente.

2.3.5 Optimización de Ductos

La optimización de ductos se refiere a modificaciones y optimizaciones del concentraducto y del acueducto, respecto de lo presentado en el proyecto ya aprobado mediante RCA N°14/02,

Con respecto al concentraducto, la optimización se refiere al cambio de su trazado evitando pasar por áreas con actividades agrícolas al interior del valle del río Copiapó. Además y en el ámbito netamente económico, plantea un ahorro de inversión neta equivalente a 20 kilómetros de longitud (trazado más corto).

Con respecto al acueducto para el agua proveniente de Piedra Pómez, la optimización se refiere a cambios de origen técnico ligados a la conducción hidráulica del trazado en los tramos septentrionales y meridionales de esta obra.

En las siguientes sub secciones se describen las características y componentes del concentraducto y acueducto.

2.3.5.1 Concentraducto

El concentraducto cumplirá la función de transportar el concentrado de cobre desde la planta de procesamiento (Cordillera de los Andes a 4.130 m.s.n.m.) hasta la planta de filtros en las instalaciones del Proyecto en el sector Punta Padrones (en torno a los 50 m.s.n.m.) para su embarque final, con una extensión total de 232 km. El embarque será responsabilidad de terceros (no se contempla la habilitación de infraestructura portuaria). El Plano 2-24, muestra el trazado del Concentraducto.

El concentraducto será de acero al carbono con una longitud total de 232 km, será internamente revestido con HDPE y externamente revestido con polietileno.

Los principales componentes del concentraducto que a continuación se detallan son los siguientes:

- Tubería
- Obras Anexas
- Cruce de Caminos
- Cruce de cauces
- Caminos de Acceso y Acercamiento

2.3.5.1.1 Tubería

La cañería principal del concentraducto de espesor variable estará hecha de acero de alta resistencia con revestimiento interno de HDPE. La capacidad de transporte será de aproximadamente 75 tsph (toneladas secas por hora) como máximo. Un resumen de las coordenadas del trazado del concentraducto se presenta en el Anexo 2-E.

2.3.5.1.2 Obras Anexas

El concentraducto contará con una serie de instalaciones intermedias: una estación de bombeo, una estación terminal, tres estaciones intermedias de válvulas-disipación, una estación de empaquetamiento, dos estaciones de drenaje que contarán con piscinas de emergencia y cinco estaciones de monitoreo de presiones. La Tabla 2-27 detalla la ubicación, elevación y superficie de dichas estaciones.

La instrumentación del concentraducto está concebida para monitorear y controlar el proceso de transporte en su totalidad. Entre las características que se considera están:

- Nivel de estanques de almacenamiento.
- Flujómetro en estación de bombeo N°1 y en la estación terminal para la medición de caudal y para el control por flujo del sistema de bombeo, con control de presión adicional para evitar sobrepresiones.
- Densímetro para la medición de la concentración de sólidos transportado mediante lazo de control hacia el sistema de agua de dilución.
- Monitoreo de velocidad de bombas principales (con control de velocidad propio de bombas enlazado a pantalla principal HMI), que contabiliza la cantidad de emboladas (strokes por minuto) de la bomba y se utiliza como monitoreo redundante del flujómetro.
- Transmisores/indicadores de presión en todas las estaciones del sistema para el monitoreo de la presión en línea permitiendo que estas señales alimenten el sistema de detección de fugas.

- Cable de fibra óptica colocado paralelo a la tubería principal con sistema redundante de doble anillo, lo que permite monitoreo y control del sistema desde la Sala de Control Maestra en estación de bombeo N°1 (pantalla HMI) para una estación redundante en estación terminal (otra pantalla HMI) que permite operar, monitorear y controlar alternativamente el concentraducto (previa autorización de estación de bombeo N°1).
- Cada estación (bombeo, terminal y válvulas) contará con dispositivos de control lógico programables (DCS) dedicados que colectan la información en línea y transmiten mediante el cable de fibra óptica estas señales a la estación maestra (estación de bombeo N°1) y a estación alternativa en estación terminal. Este sistema permite monitorear (recibir señal con estatus de equipos, válvulas e instrumentos), controlar (accionar remotamente) válvulas y equipos.

Para las bombas principales existe un lazo de control entre la succión de estas bombas y las bombas centrífugas de carga para regular la presión de succión de las bombas principales y prevenir el fenómeno de cavitación.

Tabla 2-27. Detalle de la Ubicación de Estaciones del Concentraducto

Ítem	Tipo	Ubicación Aproximada			Hectáreas
		Coordenada Este *	Coordenada Norte*	Elevación (m.s.n.m.)	
1	Estación de bombeo 1	471.438	6.924.030	4.130	1,50
2	Estación de monitoreo 1	464.724	6.924.540	4.725	0,04
3	Estación de válvulas-disipación 1	460.216	6.927.550	3.893	1,50
4	Estación de drenaje y piscina de emergencia 1-A	446.139	6.937.140	2.650	0,26
5	Estación de drenaje y piscina de emergencia 1-B	445.848	6.936.995	2.650	0,39
6	Estación de monitoreo 2	438.707	6.940.270	3.890	0,04
7	Estación de monitoreo 3	428.834	6.944.270	3.643	0,04
8	Estación de válvulas-disipación 2	425.078	6.944.270	2.946	1,50
9	Estación de válvulas-disipación 3	419.322	6.954.280	1.960	1,50
10	Estación de drenaje y piscina de emergencia 2-A	394572	6980041	800	0,30
11	Estación de drenaje y piscina de emergencia 2-B	393800	6980950	800	0,20
12	Estación de monitoreo 4	377.716	6.997.040	1.346	0,04
13	Estación de válvulas	368.022	6.997.380	1.021	1,50
14	Estación de monitoreo 5	355.898	6.993.440	1.020	0,04
15	Estación terminal	317.471	7.006.330	51	1,50

* Coordenadas en UTM PSAD 56

Fuente: TECHINT-BRASS, 2011.

Estación de Bombeo

La estación de bombeo N°1 se ubicará en torno a la planta concentradora de Cerro Casale, corresponde al inicio del desarrollo del concentraducto. Desde este punto, el flujo de concentrado se impulsará en dirección a la planta de filtrado. Sus principales componentes son los siguientes:

1. Estanques de alimentación de concentrado. Se dispondrá de dos estanques de concentrado los cuales servirán de “pulmón” para lograr la estabilidad en el envío de concentrado hacia aguas abajo. Contarán con un sistema de agitación y un sistema de contención de derrames capaz de soportar una rotura o una emergencia.
2. Sistema de bombas de carga: La descarga de los estanques de alimentación será dirigida hacia dos bombas centrífugas (una en operación más otra en stand-by). Estas

bombas tendrán la función de presurizar el flujo y enviarlo a la succión de las bombas principales hasta un nivel que permita a estas últimas operar establemente.

3. Sistema de bombas principales: Estas bombas presurizarán el flujo hasta el nivel requerido para que todo el concentrado, desde su inicio hasta su descarga en la estación terminal (incluidos los puntos más altos del perfil) opere completamente presurizado.

Estaciones de disipación y válvulas

El concentrado contará con tres estaciones de válvulas y disipación intermedias y una estación de válvulas adicional sólo para empaquetamiento. La función de éstas es disipar la energía (presión) excedente en puntos específicos del perfil topográfico, tanto en operación de envío de concentrado como en condición de detención. Las cañerías y piezas especiales al interior de dichas estaciones estarán construidas de acero.

Estaciones de drenaje y piscinas de emergencia

Para actividades de mantenimiento que requieran vaciar el contenido de la tubería se dispondrá de dos estaciones para la contención del drenaje. Dichas estaciones estarán ubicadas en puntos bajos del perfil que permitirán el vaciado de ambos tramos del concentrado.

Las estaciones de drenaje estarán compuestas por piscinas de drenaje y emergencia, salas eléctricas generadoras, paneles solares, machones de anclaje (evitan el desacople, desangulación o desplazamiento de la tubería) y cerco perimetral.

Cabe señalar que las estaciones de drenaje operarán normalmente para actividades de mantención durante la fase de operación, sin embargo en caso de requerirse, las piscinas de drenaje localizadas en el interior de las estaciones funcionarán como piscinas de emergencias en caso de alguna contingencia durante la operación del concentrado. Estas piscinas tendrán el fondo recubierto por una membrana de polietileno de alta densidad (HDPE).

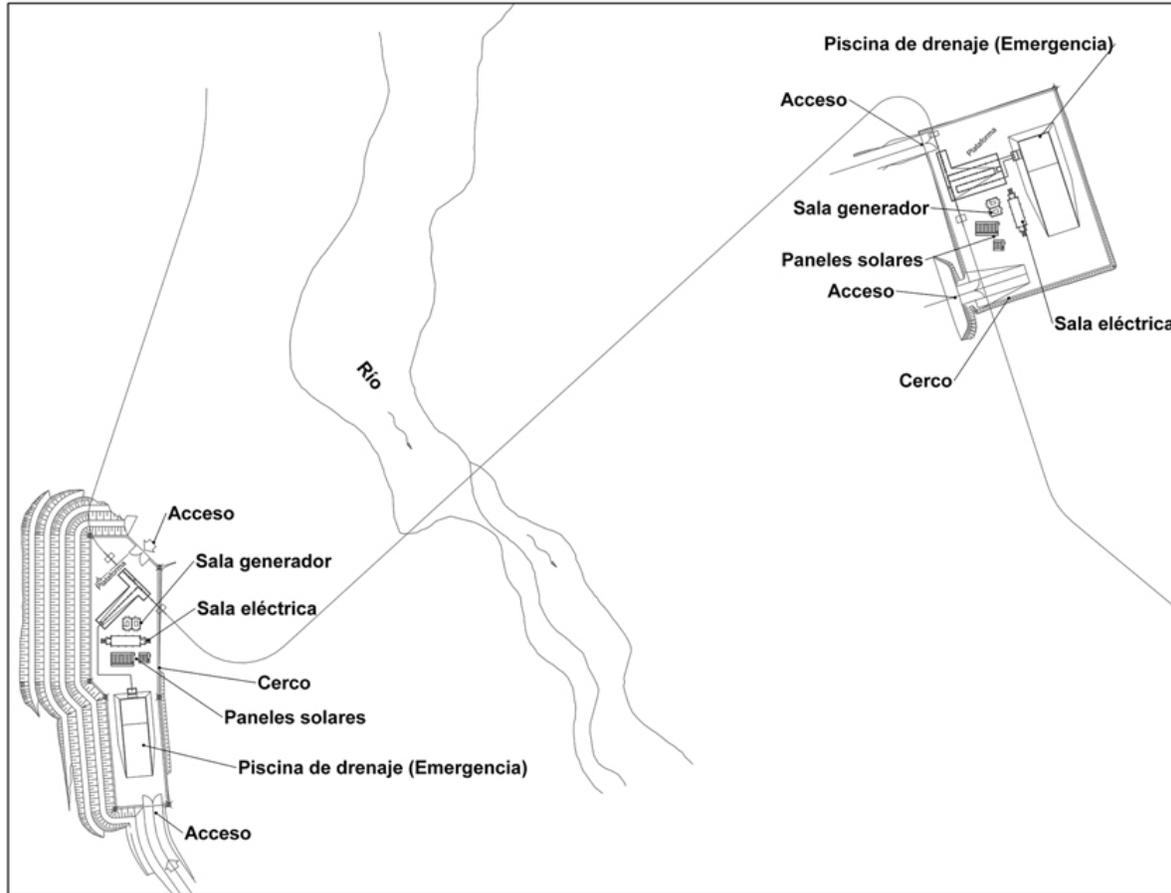
Tabla 2-28. Detalle de la Ubicación de Piscinas de Emergencia del Concentrado

Tipo	Coordenada Este *	Coordenada Norte*	Volumen (m ³)
Piscina de emergencia 1-A	446.148	6.937.146	403
Piscina de emergencia 1-B	445.861	6.936.971	156
Piscina de emergencia 2-A	394.578	6.980.053	663
Piscina de emergencia 2-B	393.810	6.980.956	270

* Coordenadas en UTM PSAD 56

Fuente: TECHINT-BRASS, 2011.

En la Figura 2-14 se muestra una distribución tipo de las estaciones de drenaje y piscinas de emergencia.

Figura 2-14. Distribución Tipo de las Estaciones de Drenaje y Piscinas de Emergencia

Fuente: Elaboración propia en base a información de TECHINT-BRASS, 2011.

Estaciones de monitoreo

El sistema cuenta con cinco estaciones de monitoreo intermedio provistas de indicadores y transmisores de presión. Estarán ubicadas en los puntos altos del perfil.

Estación Terminal

La estación terminal del concentraducto corresponderá a un tipo particular de estación de válvulas-disipación, con la única salvedad de que su descarga será dirigida alternativamente a los estanques de almacenamiento de concentrado o al espesador.

2.3.5.1.3 Cruce de Caminos

Para el concentraducto, se distinguen los cruces de camino que abajo se indican, de los cuales seis corresponden a rutas principales (Ruta C-605, Cruce Ruta C-407, Cruce Ruta C-309, Ruta C-327, Ruta C-327 y Ruta 5). La Tabla 2-29 indica la ubicación de los cruces de caminos identificados:

Tabla 2-29. Ubicación de Cruces con Caminos del Concentraducto

Ítem	Tipo de Cruce	Ubicación		Descripción
		Coordenada Este*	Coordenada Norte*	
1	Camino 1	445.893	6.937.320	Cruce ruta C-605
2	Camino 2	436.771	6.941.800	Cruce ruta C-503
3	Camino 3	433.680	6.945.040	Cruce camino 3
4	Camino 4	422.454	6.950.110	Cruce ruta 407
5	Camino 5	393.967	6.980.750	Cruce ruta 31-CH
6	Camino 6	392.069	6.982.270	Cruce camino 6
7	Camino 7	388.337	6.985.510	Cruce ruta C-17
8	Camino 8	387.070	6.986.250	Cruce ruta C-421
9	Camino 9	385.577	6.987.730	Cruce ruta C-309
10	Camino 10	367.383	6.997.400	Cruce ruta C-327
11	Camino 11	367.135	6.997.420	Cruce ruta C-353
12	Camino 12	361.041	6.992.930	Cruce ruta C-351
13	Camino 13	361.559	6.992.620	Cruce ruta C-351
14	Camino 14	362.330	6.993.410	Cruce ruta C-351
15	Camino 15	321.762	7.002.670	Cruce ruta C-351
16	Camino 16	321.557	7.002.710	Cruce ruta 5
17	Camino 17	319.501	7.003.260	Cruce ruta C-364
18	Camino 18	318.409	7.004.060	Cruce ruta C-354
19	Camino 19	317.391	7.006.130	Cruce ruta C-352
20	Ferrovionario 1	319.635	7.003.190	Cruce ferrovionario 1

* Coordenadas en UTM PSAD 56

Fuente: TECHINT-BRASS, 2011.

2.3.5.1.4 Cruce de cauces

La Tabla 2-30 indica la ubicación de los cruces de cursos de agua principales del concentraducto. Sus características y método de construcción se describen en la sección 2.4.4.3.

Tabla 2-30. Ubicación de Principales Cruces de Cursos de Agua del Concentraducto

Ítem	Tipo Cruce	Ubicación	
		Coordenada Este*	Coordenada Norte*
1	Quebrada 01	470.995	6.923.426
2	Quebrada 02	466.466	6.924.695
3	Quebrada 03	465.916	6.924.584

Ítem	Tipo Cruce	Ubicación	
		Coordenada Este*	Coordenada Norte*
4	Quebrada 04	462.517	6.925.256
5	Quebrada 05	461.722	6.926.760
6	Quebrada 06	460.715	6.927.176
7	Quebrada 07	459.608	6.927.357
8	Quebrada 08	458.429	6.927.936
9	Quebrada 09	455.658	6.929.464
10	Quebrada 10	454.827	6.931.225
11	Quebrada Río 01 (Río Figueroa)	445.803	6.936.704
12	Quebrada 11	436.593	6.941.434
13	Quebrada 12	433.502	6.944.665
14	Quebrada 13	425.449	6.943.761
15	Quebrada 14	425.321	6.944.982
16	Quebrada 15	419.898	6.951.377
17	Quebrada 16	418.228	6.955.127
18	Quebrada 17	416.008	6.963.531
19	Quebrada 18	413.316	6.966.480
20	Quebrada 19	399.692	6.974.058
21	Quebrada 20	393.998	6.980.087
22	Quebrada 21	386.310	6.986.124
23	Quebrada 22	386.085	6.986.290
24	Quebrada 23	353.049	6.993.735
25	Quebrada 24	328.222	7.001.383

* Coordenadas en UTM PSAD 56

Fuente: TECHINT-BRASS, 2011.

2.3.5.1.5 Caminos de Acceso y Acercamiento

Para la instalación del concentraducto se utilizarán caminos de acceso existentes y caminos de acercamiento temporales que se presentan en el Plano 2-24. La descripción de la construcción y uso de estos caminos se presenta en la sección 2.4.4.1.1.

2.3.5.2 Acueducto de agua de Piedra Pómez

El sistema de transporte del abastecimiento de agua al sector de la planta de procesamiento estará diseñado para un caudal máximo de 3.240 m³/h (900 l/s) e iniciará la conducción de agua desde el campo de pozos de Piedra Pómez (aprobado mediante RCA N°14/02) hacia el Sur hasta el área de la cuenca del río Nevado. El Plano 2-25, muestra el trazado de acueducto.

Los principales componentes del acueducto, que a continuación se detallan, son los siguientes:

- Tubería
- Obras Anexas
- Cruce de Caminos
- Cruce de cauces
- Caminos de Acceso y Acercamiento

2.3.5.2.1 Tubería

El acueducto es de acero al carbono con una longitud total aproximada de 123 km y con un diámetro variable de 24" a 32". Con el fin de prevenir corrosión interna y externa el ducto poseerá recubrimiento interno y externo más un sistema de protección catódica. Un resumen de las coordenadas del trazado del acueducto se presenta en el Anexo 2-E.

2.3.5.2.2 Obras Anexas

El sistema de bombeo considera una estación de bombeo (localizada en el sector de Piedra Pómez), dos estaciones de monitoreo (WPMS N° 1 y N° 2), una estación de trampeo (WIPS) y una estación terminal en el sitio de la mina. Adicionalmente, 15 piscinas de emergencia serán instaladas a lo largo del trazado en puntos bajos en caso de requerirse vaciar el ducto.

La instrumentación del sistema incluye medidores de presión y detectores de bajo caudal de las bombas (a fin de evitar cavitación de las mismas), medidores de nivel del estanque, de temperatura y de flujo de la línea, más sistema de control que permitirá transmitir las señales hacia la sala de control en Sector Cuenca Río Nevado. La comunicación se realizará a través de fibra óptica cuyo tendido será solidario con el acueducto. Asimismo, el sistema monitoreará y operará remotamente las válvulas motorizadas.

El ducto cuenta con un sistema de detección de fugas, el cual estará ubicado en la sala de control. La instrumentación instalada aportará los datos necesarios para que a través del SCADA se ingresen en el sistema de detección de fugas.

La Tabla 2-31 indica la ubicación de las principales instalaciones del acueducto:

Tabla 2-31. Ubicación de Principales Instalaciones del Acueducto

Ítem	Denominación	Ubicación	
		Coordenada Este*	Coordenada Norte*
1	Estación de bombeo	517.015	7.018.050
2	Estación de monitoreo N° 1	500.301	6.980.310
3	Estación de monitoreo N° 2	481.697	6.932.440

Ítem	Denominación	Ubicación	
		Coordenada Este*	Coordenada Norte*
4	Estación de trampeo intermedia	477.574	6.927.840
5	Estación terminal	470.659	6.923.990

* Coordenadas en UTM PSAD 56

Fuente: TECHINT-BRASS, 2011.

Estación de Bombeo

La estación de bombeo se ubicará en el sector de Piedra Pómez. Esta estación provee la impulsión necesaria de bombeo para transportar el agua fresca desde el área de Piedra Pómez hacia el sector de la mina en Cerro Casale. El sistema está compuesto por:

1. Estanque de transferencia: estanque cilíndrico de acero con una capacidad útil aproximada de 1.620 m³ que recibe el agua de los pozos y la transfiere hacia las bombas principales. Este estanque posee un pretil para contención de las aguas en caso de derrame o rotura.
2. Sistema de bombas principales: 6 bombas centrífugas con un caudal de diseño total de 900 l/s y una potencia de 3000 kW más 1 bomba en stand-by alimentadas en forma eléctrica. El edificio de bombas contará además con un puente grúa para la instalación de las bombas y tareas de mantenimiento.
3. Sala eléctrica y sistema de generación de energía de emergencia: la alimentación eléctrica de las bombas principales será a través de la línea eléctrica La Coipa – Piedra Pómez. En caso de falla de esta línea, se ha previsto un sistema de energía de emergencia operado por generadores diesel para mantener un caudal mínimo circulando en el ducto y evitar su congelamiento (2 bombas funcionando). A su vez este sistema de emergencia aportará la energía suficiente al área de pozos en Piedra Pómez alimentando la cantidad suficiente de bombas de pozo para mantener el caudal mínimo. Se proyecta la construcción de un estanque para el almacenamiento de combustible diesel, con una capacidad de trabajo suficiente para abastecer el sistema de emergencia durante 7 días. El almacenamiento del mismo se hará en un predio aislado con muros de contención, con capacidad suficiente para contener 1,5 de la capacidad total. En caso de derrame el mismo quedará confinado en dicho recinto el cual se evacuará luego a través de una bomba portátil a un camión para su disposición final.
4. Trampa lanzadora: todo el ducto cuenta con trampas para lanzar “pigs” rascadores, dispositivos diseñados para la limpieza e inspección del ducto. De esta manera es posible detectar en forma temprana deterioros en la cara interna de la cañería.

Tanto el estanque de transferencia, el sistema de bombas y el sistema de trampeo poseen un sistema de conducción de aguas de derrame hacia una piscina de emergencia. El agua

recolectada en dicha piscina será recirculada al estanque de transferencia. Se proyectan caminos de circulación pavimentados y toda el área cercada mediante cercos metálicos.

Estaciones de Monitoreo de Presión

A fin de monitorear las condiciones de presión y temperatura en la tubería, se han dispuesto dos estaciones de control en las progresivas 45+217 y 103+016 (puntos altos de la traza). La instalación consta de un edificio semienterrado en el cual se alojan los instrumentos de monitoreo conectados a la tubería principal. El interior del mismo consta de un detector de líquidos el cual en caso de derrame o filtraciones alertará de su presencia en la sala de control de la Mina. La misma puede ser luego extraída del recinto mediante el uso de una bomba de agua portable. Todo el perímetro de las estaciones de control será cercado mediante cercos metálicos.

Estación de Trampeo Intermedia

Para tareas de mantenimiento, inspección y limpieza, un dispositivo (conocidos como “pigs” rascadores) será lanzado a lo largo de la tubería. Debido al cambio de diámetro en la progresiva 109+106 se hace necesaria la instalación de una estación de trampeo. Esta estación estará compuesta por un sistema de trampeo receptor de 32” (para el sector de 32” desde Piedra Pómez hasta este punto) y un sistema de trampeo lanzador de 26” (para el sector de 26” desde este punto hasta la Estación Terminal en Casale). Se proyecta una piscina de emergencia (correspondiente a la piscina de emergencia N°14 descritas más adelante) y sistema de conducción de agua desde las trampas hacia la misma. Toda el área será cercada con cercos metálicos. Se prevé un sistema de generación eléctrica por medio de paneles solares instalados dentro de los límites del predio.

Estación Terminal

El trazado del acueducto finaliza en el sector norte del área de la mina. Desde esta estación, el agua es conducida hacia una piscina con una capacidad de 160 m o hacia la Estación Generadora de Energía Eléctrica (Mini central hidroeléctrica). El sistema estará compuesto por:

1. Trampa receptora.
2. Sistema de disipación de energía. Este sistema está compuesto por una serie de orificios de restricción. Los mismos se utilizarán según el caudal operativo en circulación permitiendo de esta manera ante los diferentes escenarios operativos disipar en todos los casos la energía necesaria en caso que la Turbina no esté en funcionamiento.

La instrumentación de la Terminal comprende, manómetros, termómetros y caudalímetro los cuales permiten cerrar el balance de masa y tener el registro del caudal diario que se está recibiendo. A su vez otorgan los datos de entrada para que el sistema de detección de fugas pueda trabajar correctamente.

Todos los derrames del área serán encaminados hacia la piscina colectora de agua fresca mediante cañería cerrada.

Referido a Instrumentación, también se considera la medición de presiones, temperatura y flujo de la línea. Además, se proyecta un sistema de control que permitirá transmitir las señales hacia la sala de control, a través de fibra óptica, como asimismo monitorear y operar remotamente las válvulas motorizadas. La alimentación del sistema de control provendrá de la Planta On-Site en Cerro Casale.

Piscinas de Emergencia

Debido a condiciones climáticas extremas del sector de emplazamiento del acueducto, la detención del sistema (velocidad cero del agua) involucraría el inicio del congelamiento del agua de la tubería pasado las 48 horas. Para evitar este efecto, el sistema debe ser vaciado por completo en caso de una detención completa del mismo por más de 48 hrs. Se ha dispuesto 15 piscinas ubicadas en puntos bajos a lo largo del trazado. El agua será conducida por gravedad hacia estos puntos bajos y derivados hacia las piscinas. El criterio para la instalación de las mismas ha sido considerar un volumen mínimo de 1000 m³. Esto significa que en aquellos puntos bajos donde quede alojado un volumen de agua menor a 1000 m³, se deberá proveer de un sistema portable para su vaciado o bien el tramo estará aislado adecuadamente para evitar su congelamiento.

Las piscinas disponen de una configuración rectangular o cuadrada con dimensiones típicas de 40 m de longitud por 30 m de ancho, con una profundidad de 3,50 m medidos desde la superficie del suelo. Poseen una revancha de 1,00 m en altura y el fondo recubierto por una membrana de polietileno de alta densidad (HDPE). Todo el perímetro será cercado para evitar el ingreso de animales y los taludes de las paredes serán tendidos (1V:2H) para permitir el regreso de una persona en caso de caída accidental.

La Tabla 2-32 muestra el listado completo y ubicación de estas piscinas en referencia al trazado del acueducto:

Tabla 2-32. Ubicación de Piscinas de Emergencia del Acueducto

Ítem	Denominación	Ubicación	
		Coordenada Este*	Coordenada Norte*
1	Piscina de emergencia N° 1	517.018	7.017.910
2	Piscina de emergencia N° 2	514.368	7.013.810
3	Piscina de emergencia N° 3	510.743	7.007.918
4	Piscina de emergencia N° 4	500.967	6.994.280
5	Piscina de emergencia N° 5	499.208	6.978.730
6	Piscina de emergencia N° 6	500.213	6.975.650

Ítem	Denominación	Ubicación	
		Coordenada Este*	Coordenada Norte*
7	Piscina de emergencia N° 7	493.935	6.961.330
8	Piscina de emergencia N° 8	490.380	6.958.810
9	Piscina de emergencia N° 9	489.740	6.958.420
10	Piscina de emergencia N° 10	485.620	6.952.010
11	Piscina de emergencia N° 11	485.829	6.939.310
12	Piscina de emergencia N° 12	484.552	6.936.380
13	Piscina de emergencia N° 13	483.892	6.932.170
14	Piscina de emergencia N° 14	477.574	6.927.840
15	Piscina de emergencia N° 15	477.883	6.925.380

* Coordenadas en UTM PSAD 56

Fuente: TECHINT-BRASS, 2011.

2.3.5.2.3 Cruce con Caminos

El acueducto a lo largo de su trazado atraviesa caminos secundarios de tierra y huellas. El único cruce de camino principal es la Ruta Internacional 31-CH en la PK 0+450. Dicho cruce se ejecutará mediante el método de tunelera a fin de no interrumpir el normal tránsito de vehículos. Se han identificado 26 cruces de caminos secundarios, los cuales se ejecutarán a cielo abierto. La tapada mínima en dichos cruces será de 2,00 m para evitar deformaciones excesivas en la tubería que puedan afectar su integridad. En el cruce de la ruta 31-CH se colocarán losetas de hormigón en las acequias a fin de prevenir afectación de la tubería por trabajos de terceros.

La Tabla 2-33 indica la ubicación de los cruces de caminos identificados para el acueducto y en el Plano 2-25 se presentan los principales cruces de la tabla mencionada.

Tabla 2-33. Ubicación de Cruces de Caminos para el Acueducto

Ítem	Tipo de Cruce	Ubicación	
		Coordenada Este *	Coordenada Norte*
1	Camino	516.973	7.017.960
2	Camino	500.975	6.994.030
3	Camino	500.967	6.994.020
4	Camino	500.950	6.994.000
5	Camino	500.943	6.994.000
6	Camino	500.355	6.993.250
7	Camino	500.352	6.993.240
8	Camino	500.344	6.993.220

Ítem	Tipo de Cruce	Ubicación	
		Coordenada Este *	Coordenada Norte*
9	Camino	500.202	6.992.320
10	Camino	500.279	6.991.340
11	Camino	500.284	6.991.310
12	Camino	500.930	6.984.350
13	Camino	500.230	6.972.230
14	Camino	497.012	6.966.360
15	Camino	495.437	6.962.780
16	Camino	494.037	6.961.350
17	Camino	494.012	6.961.320
18	Camino	486.102	6.939.720
19	Camino	486.102	6.939.710
20	Camino	486.100	6.939.670
21	Camino	474.757	6.921.670
22	Camino	474.744	6.921.670
23	Camino	474.737	6.921.670
24	Camino	474.719	6.921.670
25	Camino	472.457	6.923.280
26	Camino	472.445	6.923.280

* Coordenadas en UTM PSAD 56

Fuente: TECHINT-BRASS, 2011.

Además de los cruces mostrados, se han identificado 61 huellas (caminos terciarios de importancia menor). En éstas se mantendrá una tapada mayor (1,50 m) frente a la tapada mínima de 1,00 m de línea regular.

2.3.5.2.4 Cruce de cauces

El acueducto a lo largo de su trazado atraviesa 13 cursos de agua identificados como principales. Todos ellos se ejecutarán a cielo abierto. Se mantendrá una tapada mínima de 2,00 m a lo largo de todo el cruce y se hormigonará el caño en el cauce a fin de evitar flotación y daños al mismo por efectos de erosión del lecho del cauce en crecidas extraordinarias. Además de estos cruces principales, el acueducto atraviesa cursos de agua temporales (cárcavas y quebradas menores); los cuales igualmente se ejecutarán a cielo abierto.

La Tabla 2-34 muestra la ubicación de los cruces de cursos de agua principales.

Tabla 2-34. Ubicación de Principales Cruces de Cursos de Agua del Acueducto

Ítem	Nombre	Ubicación	
		Coordenada Este *	Coordenada Norte*
1	Llano Valle Ancho	508.224	7.003.926
2	Quebrada de los Carcanales	500.952	6.994.005
3	Quebrada Los Patos	500.266	6.991.788
4	Quebrada Ciénaga Redonda	500.919	6.988.022
5	Río Barros Negros	500.924	6.983.806
6	Estero Valle Ancho	499.592	6.971.366
7	Río Astaburuaga	495.228	6.962.554
8	Quebrada del Llano	485.905	6.939.198
9	Quebrada sin nombre	484.685	6.934.634
10	Quebrada sin nombre	483.794	6.932.476
11	Quebrada Pastillitos	478.963	6.929.180
12	Río Nevado	474.223	6.921.861
13	Quebrada Peñasco Largo	470.624	6.923.918

* Coordenadas en UTM PSAD 56

Fuente: TECHINT-BRASS, 2011.

2.3.5.2.5 Caminos de Acceso y Acercamiento

Para la instalación del acueducto, se utilizarán caminos de acceso existentes y caminos de acercamiento temporales que se presentan en el Plano 2-25. La descripción de la construcción y uso de estos caminos se presenta en la sección 2.4.4.1.1.

2.3.6 Plan Integral de Manejo de Aguas

El Plan Integral de Manejo de Aguas incorpora y modifica obras e instalaciones respecto del proyecto original aprobado mediante RCA N°14/02, con el objeto de incorporar prácticas modernas respecto a la preservación del recurso hídrico y mantener su calidad dentro de los rangos de línea base.

Adicionalmente, el Plan Integral de Manejo de Aguas contempla el suministro hídrico por medio de un campo de pozos en el sector de Piedra Pómez de acuerdo a lo estipulado en la RCA 14/02 y un acueducto para transporte de agua (principalmente durante la fase de construcción) desde el sector de extracción en el río La Gallina. Esta instalación corresponde a una incorporación respecto del proyecto ya aprobado mediante RCA N°14/02.

Las obras del Plan Integral de Manejo de Aguas, se distribuyen entre los siguientes sectores del proyecto:

- Sector Piedra Pómez
- Sector Cuenca Río Nevado
- Sector Punta Padrones

En el sector Piedra Pómez se ubica el campo de pozos aprobado mediante RCA N°14/02. En el Plano 2-26 se muestra la localización de las obras del Plan Integral de Manejo de Aguas ubicadas en el sector Piedra Pómez.

Las obras diseñadas en el sector cuenca del río Nevado tienen como objetivo principal cumplir con los compromisos adquiridos mediante RCA N°14/02 y mantener las condiciones de línea base de flujo y calidad en el río Nevado. Además en este sector se incluye el acueducto La Gallina, para conducir el agua de suministro a las actividades de construcción. En el Plano 2-27, se muestra la localización de las obras del Plan Integral de Manejo de Aguas ubicadas en el sector cuenca del río Nevado.

En el sector Punta Padrones, se proyecta la construcción de obras que implican el reemplazo de la opción original de evaporar el agua de filtrado, por una planta de osmosis inversa que permitirá otorgar un tratamiento a este recurso, minimizando su pérdida por evaporación. En el Plano 2-30, se muestra la localización de las obras del Plan Integral de Manejo de Aguas ubicadas en el sector Punta Padrones.

2.3.6.1 Sector Piedra Pómez

2.3.6.1.1 *Campo de pozos*

El campo de pozos de Piedra Pómez presenta ajustes en su diseño respecto a lo aprobado mediante RCA N°14/02. Se utilizarán 12 pozos de bombeo ubicados a un radio de 10 m respecto de 12 de los 14 pozos de prueba existentes. La ubicación de los pozos de prueba se presentan en la Tabla 2-35:

Tabla 2-35. Ubicación de los Pozos de Prueba Existentes.

Ramal	Pozos	Ubicación	
		Coordenada Este *	Coordenada Norte *
Ramal 1	PPB-10	522.424	7.027.634
Ramal 1	PPB-8	520.320	7.027.307
Ramal 1	PPB-6	519.044	7.022.951
Ramal 1	PPB-4	517.754	7.021.350
Ramal 1	PPB-19A	518.200	7.020.376
Ramal 1	PPB-5	516.940	7.019.101
Ramal 2	PPB-3	521.071	7.023.959
Ramal 2	PPB-1	520.994	7.022.104

Ramal	Pozos	Ubicación	
		Coordenada Este *	Coordenada Norte *
Ramal 2	PB-23	520.162	7.020.355
Ramal 3	PPB-14	531.556	7.026.761
Ramal 3	PPB-18	532.317	7.025.054
Ramal 3	PPB-12	528.903	7.024.755
Ramal 3	PPB-24	522.108	7.020.391
Ramal 3	PPB-21	518.142	7.018.334

* Coordenadas en UTM PSAD 56

Fuente: CMC, 2011.

Los pozos de bombeo se organizan espacialmente en 3 subgrupos (ramales) de 4 pozos cada uno. El ramal 1 comprende los pozos de bombeo aledaños a los actuales PPB-6, PPB-4, PPB-19A, PPB-5. El ramal 2 comprende los pozos de bombeo aledaños a los actuales PPB-3, PPB-1, PPB-23, PPB-21 y el ramal 3 (Sector Barrancas Blancas) comprende los pozos de bombeo aledaños a los actuales PPB-18, PPB-14, PPB-12 y PPB-24.

La Tabla 2-36 muestra la equivalencia entre los pozos de prueba existentes con los pozos de bombeo (estos últimos se ejecutarán en un radio de 10 m de los existentes).

Tabla 2-36. Equivalencias entre Pozos de Prueba y Pozos de Bombeo.

Nombre del pozo de prueba	Nombre del pozo de bombeo
PPB-6	PPPW-1
PPB-4	PPPW-2
PPB-19A	PPPW-3
PPB-5	PPPW-4
PPB-3	PPPW-5
PPB-1	PPPW-6
PPB-23	PPPW-7
PPB-21	PPPW-8
PPB-18	BBPW-1
PPB-14	BBPW-2
PPB-12	BBPW-3
PPB-24	BBPW-4

Fuente: CMC, 2011

En el Plano 2-26 se presenta la localización de los pozos de bombeo y el diseño de la red de tuberías.

Cada pozo estará provisto de una bomba sumergible con un nivel de flujo que será variable según el pozo, variando el nivel dinámico de 80 l/s a 200 l/s. La capacidad de diseño del campo de pozos en su conjunto es de 900 l/s y la capacidad nominal es de 785 l/s.

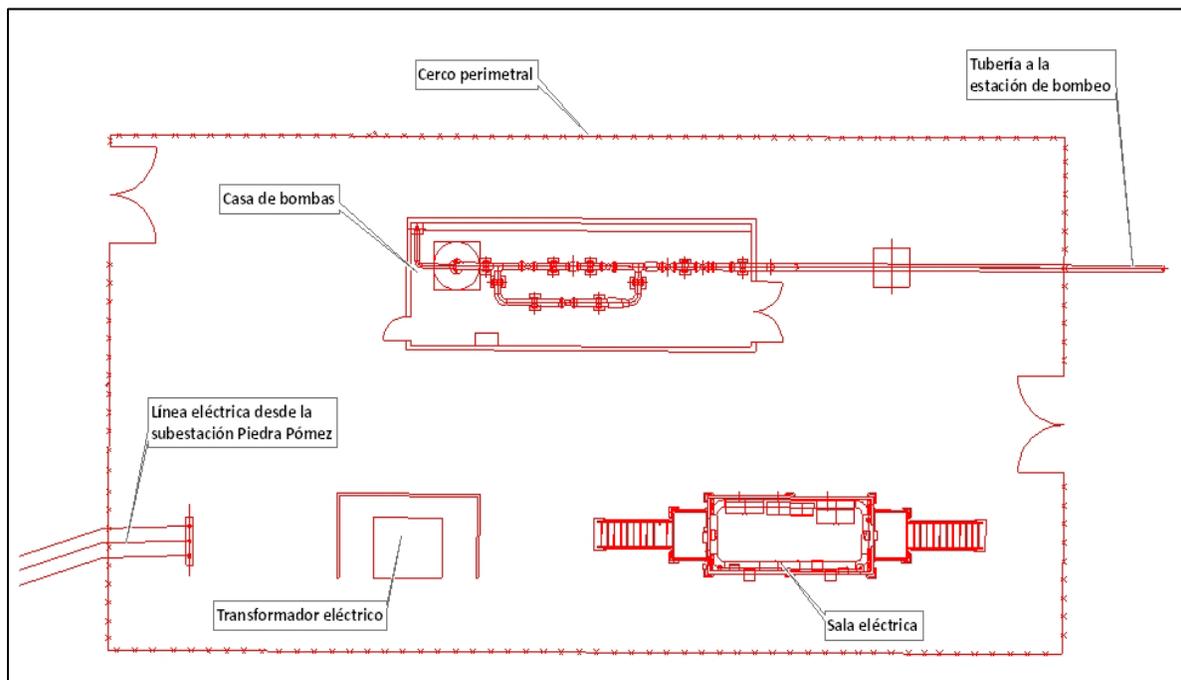
El agua se extraerá a través de tubería subterránea, y se conectará a la red principal de cada troncal, los diámetros de las tuberías de conducción (arranques) son variables de 8" a 10" y las tuberías de las matrices o troncales varían de 12" a 22" a medida que van recibiendo flujo de los distintos arranques. El agua colectada será conducida al estanque de transferencia ubicado en la estación de bombeo del Acueducto.

En cada pozo se instalará una casa de bombas, la cual contendrá el sistema de tuberías e instrumentos asociados a la misma. Esta casa de bombas será una construcción de hormigón con estructuras metálicas para proteger los componentes de las inclemencias del tiempo y asegurar un correcto funcionamiento. Además, este edificio contendrá un sistema de captación de aguas en caso de pérdidas. Todo el predio será cercado mediante cercos metálicos.

La energía eléctrica de cada bomba será suministrada por una línea eléctrica aérea, la cual se proyecta paralela a las líneas de conducción y sobre el mismo derecho de vía. Asimismo, en cada pozo se instalará una sala eléctrica tipo container.

En la Figura 2-15 se presenta un plano planta tipo de las instalaciones asociadas a la casa de bombas de cada pozo.

Figura 2-15. Plano Planta Tipo de una Casa de Bombas e Instalaciones Asociadas



Fuente: CMC, 2011

2.3.6.2 Sector Cuenca Río Nevado

El Plan Integral de Manejo de Aguas en el sector de la cuenca del río Nevado contempla las siguientes obras e instalaciones:

- Tubería de desvío
- Canales de contorno
- Sistemas de drenaje
- Sistema de control de infiltraciones (muro cortafuga y planta de osmosis inversa)
- Acueducto La Gallina

En el Plano 2-27 se muestra su localización y en las siguientes secciones se describe cada una de estas obras e instalaciones.

2.3.6.2.1 *Tubería de desvío*

La tubería de desvío corresponde a una incorporación respecto al proyecto aprobado mediante RCA N°14/02. Se ubicará aguas arriba del depósito de relaves con la intención de desviar una parte importante de las aguas naturales (aguas de no contacto) antes de entrar en la zona del depósito y luego restituir las inalteradas al río Nevado. Este sistema contempla seis obras de intercepción para captar las aguas naturales provenientes de 4 sub-cuencas principales y dos secundarias (Ver Plano 2-27 y Figura 2-16)

Los flujos captados, de agua tanto superficial como subterránea, se transportan en forma gravitacional a través de tuberías hasta restituirlos al río Nevado, aguas abajo del sistema de control de infiltraciones. El sistema fue diseñado para la crecida de diseño de deshielo de período de retorno T=100 años.

Obras de intercepción

Las 6 obras de intercepción abarcan un área total de aproximadamente 49 km², de cuencas afluentes a los depósitos de relaves. En la Tabla 2-37 se indica el área de captación, y el caudal de diseño de cada obra de intercepción.

Tabla 2-37. Caudales de Diseño

Obra de intercepción	Área aproximada sub-cuenca (Km²)	Caudal de diseño aproximada (l/s) T=100 años
Obra de intercepción A	12,5	35
Obra de intercepción A1	1,5	6
Obra de intercepción A2	2,5	4
Obra de intercepción B	10	30
Obra de intercepción C	10,5	30
Obra de intercepción D	12,5	30

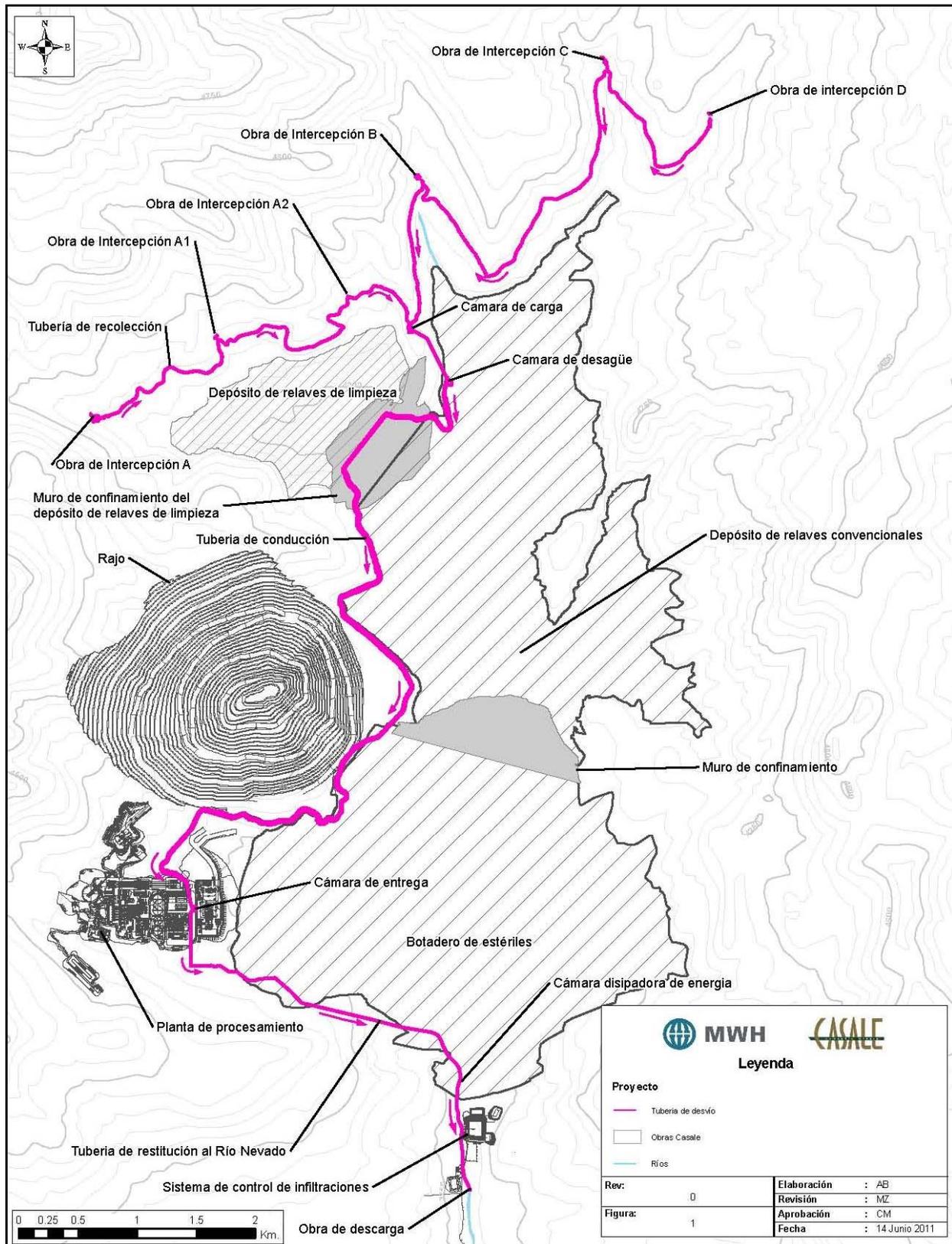
Obra de intercepción	Área aproximada sub-cuenca (Km²)	Caudal de diseño aproximada (l/s) T=100 años
Total	49,5	135

Fuente: CMC, 2011

Las obras de intercepción consisten en estructuras de hormigón armado que se ubican en el cauce principal de cada sub-cuenca, las que a través de una rejilla captan el agua.

Posteriormente el agua es conducida hasta otra estructura de hormigón armado denominada desarenador, cuyo fin principal es separar los sedimentos remanentes que presente el flujo y permitir el paso de agua con un mínimo de sedimentos en suspensión, la que es finalmente conducida a la tubería de desvío.

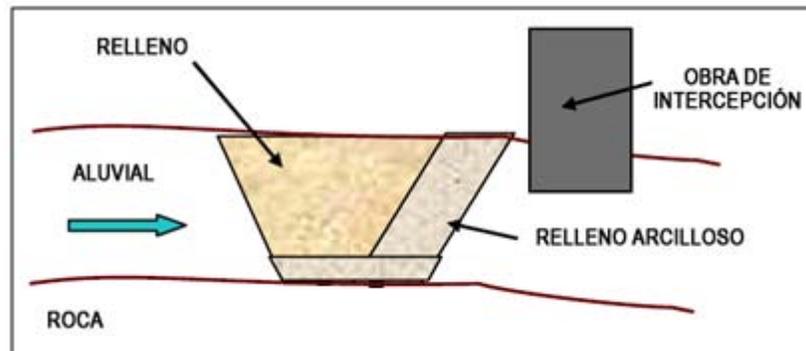
Figura 2-16. Tubería de desvío



Fuente: Elaboración propia.

Se proyecta construir sistemas de intercepción de los flujos sub-superficiales, aguas arriba de las intercepciones superficiales, de modo de incorporarlos también a la tubería de desvío de aguas naturales. La captación de los caudales sub-superficiales se realiza aguas arriba de los interceptores A, B, C y D mediante la modificación de la sección del aluvial con un medio de baja permeabilidad, que permita captar los flujos para incorporarlos a la tubería de desvío y reincorporarlos posteriormente al río Nevado (Ver Figura 2-17).

Figura 2-17. Esquema General de Captación de Agua Sub-Superficial



Fuente: CMC, 2011.

Muros de Control de Avenidas de Detritos

Aguas arriba de las obras de intercepción, se proyecta la construcción de muros de control de avenidas de detritos que retengan los flujos de detritos que puedan generarse y que permitan conducir sólo el agua contenida en el flujo. El objetivo de estos muros es proteger el revestimiento del depósito de relaves de limpieza de las posibles avenidas de detritos.

Tubería de Recolección

La tubería de recolección recibe el agua captada desde cada obra de intercepción y la conduce hasta una cámara de carga (ver Figura 2-16). Posteriormente el agua se conduce hasta una cámara de desagüe ubicada en el estribo izquierdo (norte) del depósito de relaves de limpieza. La conducción se realiza en régimen de acueducto.

La tubería (de HDPE) se aloja en una plataforma excavada, la cual va protegida por un relleno de material proveniente de la excavación y cuyo fin es minimizar la posibilidad de congelamiento, reducir los movimientos de la tubería por dilataciones térmicas y protegerla de eventuales caídas de rocas menores.

Tubería de Conducción

Desde la cámara de carga, ubicada en el estribo norte del depósito de relaves cianurados (ver Figura 2-16), nace una tubería de conducción que lleva el agua recolectada hasta la cámara de entrega ubicada en la planta de procesamiento, en las cercanías de los espesadores de relave. En este tramo la conducción transita por la misma plataforma de las tuberías de transporte de

relave y de recuperación de aguas claras. Al igual que la tubería de recolección, esta tubería se encuentra tapada por un relleno de protección. La tubería será de HDPE.

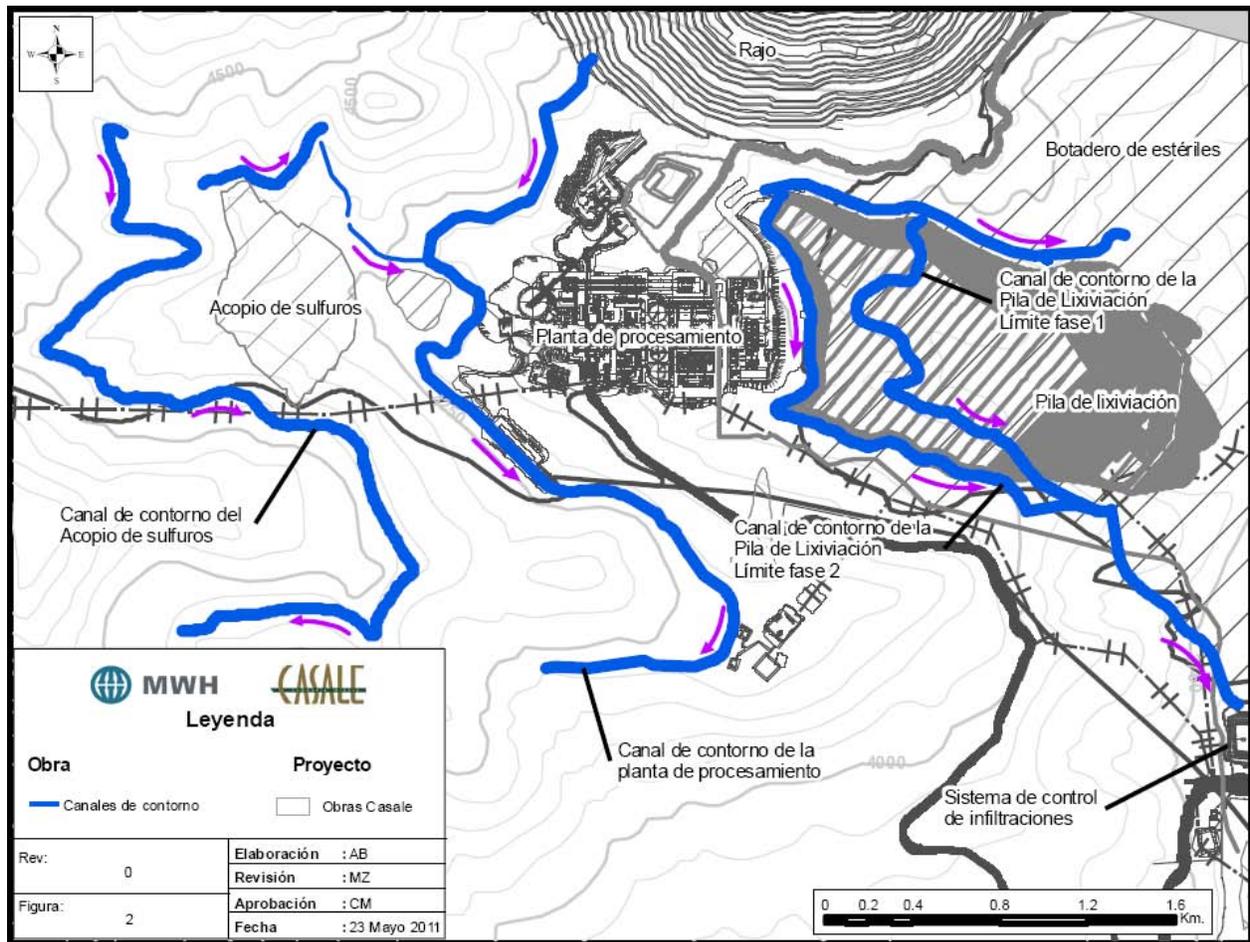
Tubería de Restitución al río Nevado

Desde la cámara de entrega de la tubería de conducción, ubicada en la planta de procesamiento, nace un tercer tramo que lleva el agua hasta el río Nevado (ver Figura 2-16) La longitud de este tramo es de aproximadamente 4,1 km, en su mayor parte corresponde a tubería de HDPE y el tramo final corresponde a tubería de acero. Al finalizar el tramo se incluye una cámara disipadora de energía desde la cual el agua se conduce hasta la obra de descarga al río Nevado, ubicada aguas abajo del sistema de control de infiltraciones. Esta obra contará con enrocados disipadores de energía para evitar erosionar el lecho del río.

2.3.6.2.2 Canales de contorno

El Proyecto contempla la construcción de canales de contorno diseñados para contener la Crecida Máxima Probable nival localizados aguas arriba de las áreas de planta y acopio de sulfuros y por el contorno de pila de lixiviación (Ver Plano 2-27 y Figura 2-18). Adicionalmente, el campamento Casale y la garita de acceso, también contarán con canales de contorno (ver Figura 2-19), diseñados para un periodo de retorno igual a 100 años (pluvial) y verificado para 1:200 (pluvial). Estas obras corresponden a una incorporación respecto al proyecto aprobado mediante RCA N°14/02.

Figura 2-18. Canales de Contorno



Fuente: Elaboración propia.

Acopio de Sulfuros

Un canal de contorno abierto de sección trapezoidal no revestido desviará las aguas de no contacto provenientes del área aguas arriba del acopio de sulfuros, estimada en aproximadamente 500 hectáreas. El agua descargará en quebradas afluentes al río Nevado, aguas abajo del sistema de control de infiltraciones.

Planta de Procesamiento

Para desviar las aguas de no contacto provenientes de dos áreas aguas arriba de la planta de procesamiento, de aproximadamente 160 y 420 hectáreas, se contará con un canal de contorno abierto y sección trapezoidal, que se divide en dos tramos, correspondientes a cada área (ver Figura 2-18). El primer tramo, ubicado al norte del segundo, será revestido. El agua se descargará por medio del segundo tramo (no revestido) en quebradas afluentes al río Nevado.

Un tercer canal de contorno se ubicará al noreste (ver Figura 2-18). También será un canal abierto de sección trapezoidal no revestido cuya área de captación es de aproximadamente 450 hectáreas. Sus aguas descargarán en el primer tramo del canal de la planta de procesamiento.

Pila de Lixiviación

La pila de lixiviación contará con un sistema de canales de contorno diseñados para soportar los flujos de la Crecida Máxima Probable nival (ver Figura 2-18). Estos serán canales abiertos y de sección trapezoidal.

Uno de ellos se localiza al norte de la pila y se conectará con uno de los drenes secundarios del botadero de estériles. Los otros dos canales de contorno se construyen para la fase 1 y la fase 2 de construcción de la pila de lixiviación. En la Figura 2-23, se indican los límites de cada fase de construcción.

El canal correspondiente a la fase 1 recorrerá el límite de la fase 1 de construcción de la pila de lixiviación. El canal de desvío correspondiente a la fase 2 recorrerá límite de la fase 2 de construcción de la pila de lixiviación. Ambos canales llegarán hasta una cámara desde la cual el agua se transfiere a la piscina desarenadora del sistema de control de infiltraciones. Estos dos canales serán revestidos con geomembrana de HDPE.

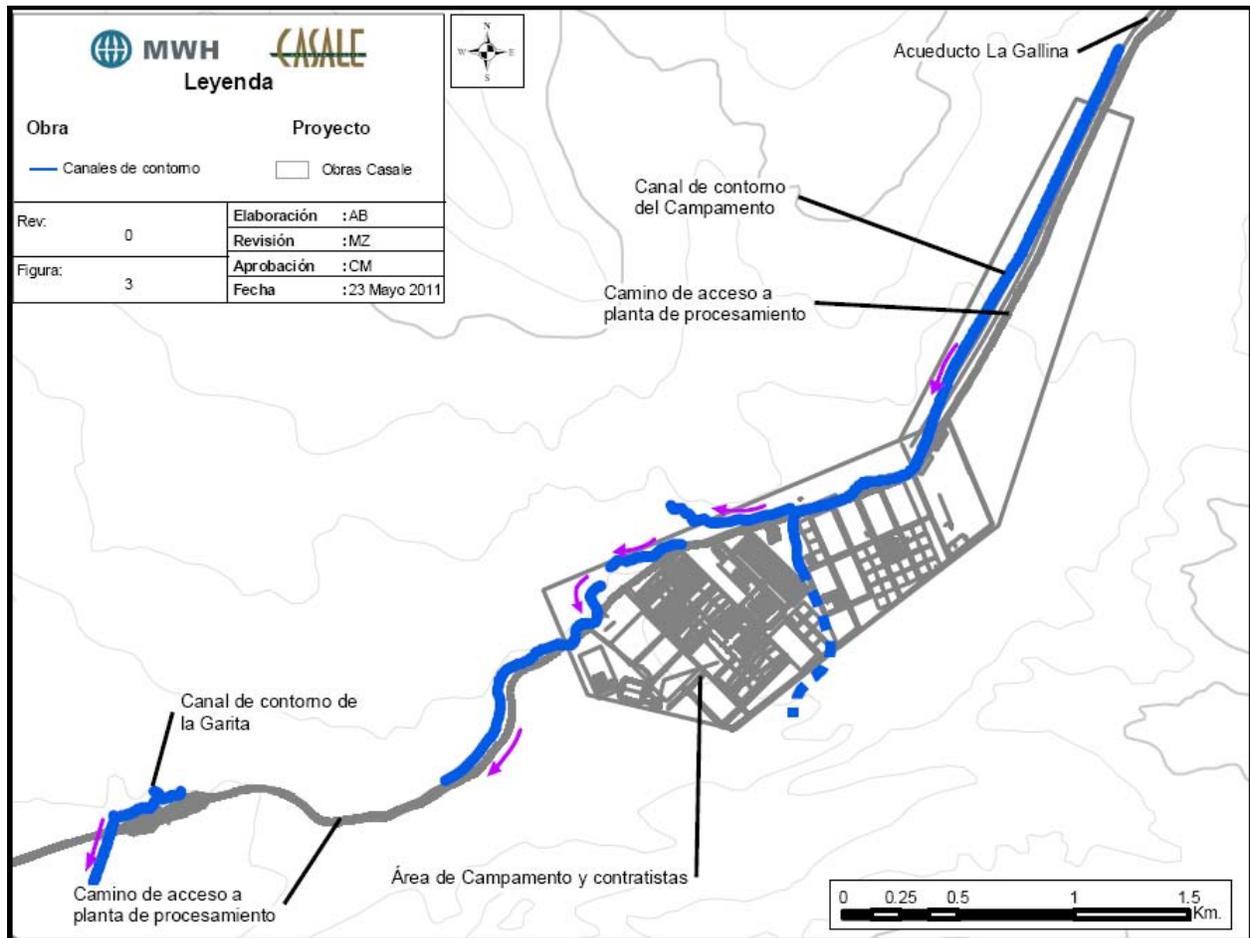
La transferencia desde la cámara a la piscina desarenadora se realizará por medio de una tubería de acero, la cual contempla un dissipador de energía.

Campamento Casale y garita de acceso

Los canales para el campamento Casale y garita se han diseñado para caudales estimados a partir de una tormenta de diseño de periodo de retorno igual a 100 años (pluvial). El diseño de los canales se ha verificado para caudales estimados a partir de un periodo de retorno 200 años (pluvial), en cuyo caso funcionarían a sección llena (sin revancha).

Los canales de contorno (de sección trapezoidal) son incorporados por la ampliación del campamento Casale y por la incorporación del área de contratistas. En el caso de los canales de contorno para la garita de acceso, también serán de sección trapezoidal y no revestidos.

Las aguas captadas y desviadas en los canales del campamento Casale y garita corresponden a aguas lluvias, las cuales son descargadas por quebradas hasta el río Nevado (ver Figura 2-19).

Figura 2-19. Canales de Contorno del Campamento Casale y Garita de Acceso

Fuente: Elaboración propia.

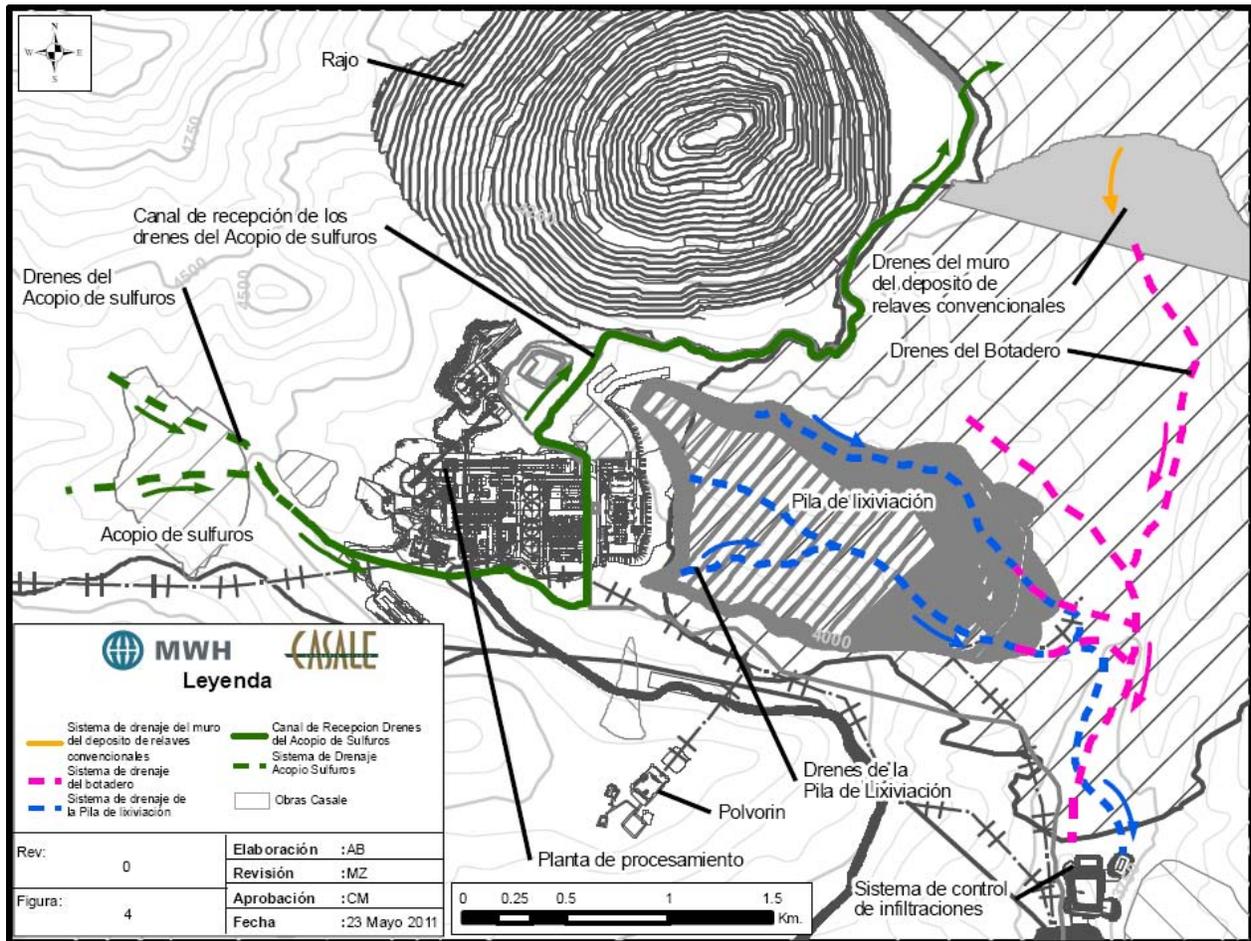
2.3.6.2.3 Sistemas de drenaje

El Plan Integral de Manejo de Aguas, comprende obras que permitirán interceptar y coleccionar todas las aguas de contacto (Ver Plano 2-27). Estas obras son las siguientes:

- Red de drenaje bajo el depósito de relaves de limpieza
- Drenes bajo el muro de confinamiento del depósito de relaves convencionales
- Drenes bajo el botadero de estériles
- Drenes bajo la pila de lixiviación
- Drenes bajo el acopio de sulfuros

En la Figura 2-20 se presentan los sistemas de drenaje bajo el acopio de sulfuros, pila de lixiviación, muro de confinamiento del depósito de relaves convencionales y del botadero de estériles.

Figura 2-20. Sistemas de Drenaje del Acopio de Sulfuros, Pila de Lixiviación, Muro de Confinamiento del Depósito de Relaves Convencionales y Botadero de Estériles



Fuente: Elaboración propia.

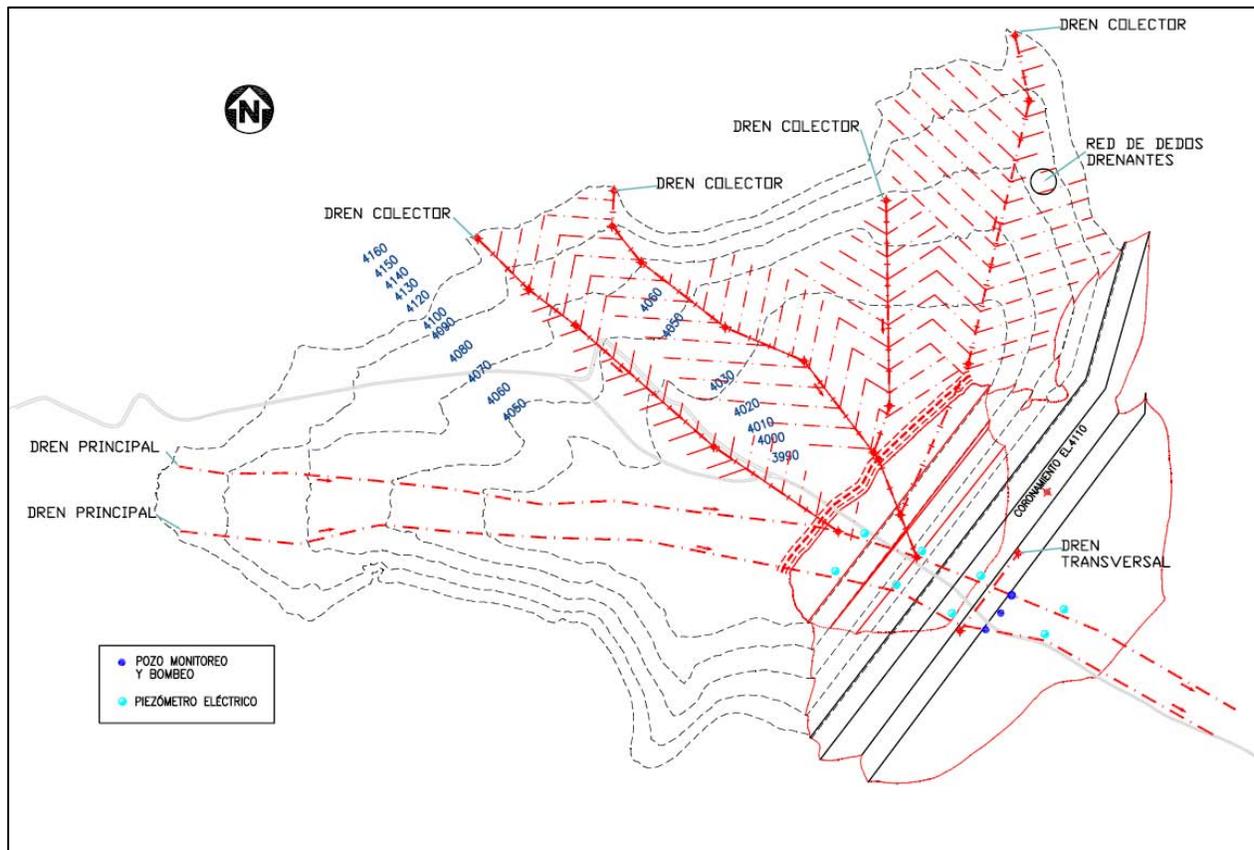
Depósito de Relaves de Limpieza

El depósito de relaves de limpieza considera la construcción de una red de drenaje cuya función es captar y conducir en forma controlada las eventuales infiltraciones que se pudieran generar en la cubeta. En la Figura 2-21 se presenta la red de drenaje.

El sistema está constituido por una red de dedos drenantes construidos en toda el área norte de la ladera (en donde se ubicará la laguna de aguas claras). Estos dedos drenantes confluyen hacia cuatro drenes colectores que conducen las aguas captadas en forma controlada hacia los drenes longitudinales.

Los drenes longitudinales se construirán a lo largo de toda la extensión de la zona del fondo de valle de la quebrada Portezuelo del Nevado. Estos drenes, juntos a un dren transversal ubicado bajo el muro de confinamiento, actuarán como conductores de las posibles infiltraciones. Estos drenes son de sección trapezoidal, rellenos con material granular y revestidos con geotextil.

Figura 2-21. Sistema de Drenaje Depósito de Relaves de Limpieza



Fuente: CMC, 2011.

En el muro de confinamiento del depósito de relaves de limpieza, se contempla una serie de elementos para controlar, chequear la calidad y captar posibles filtraciones desde el depósito. Estos elementos se ubicarán a lo largo de los drenes longitudinales en su sección bajo el muro de confinamiento. Los elementos serán los siguientes:

- Aforos de caudales que salen por el sistema de drenaje.

Se proyecta la construcción de aforadores en cada uno de los dos drenes longitudinales que atraviesan la base del muro. Se construirán durante el primer año de operación y cuando aún no se ha cubierto con estéril la totalidad del dren basal. Estos aforos permitirán medir y captar las posibles filtraciones que se produzcan durante el primer año de operación.

- Piezómetros Eléctricos.

Se contará con piezómetros eléctricos a lo largo de los drenes longitudinales para medir el nivel de agua.

- Pozos de monitoreo y captación

Se proyecta la construcción de pozos que permitan monitorear la presencia o ausencia de aguas de contacto en los drenes longitudinales. Además, se proyecta habilitar bombas de pozo profundo para captar las filtraciones, en caso que se requiera.

Depósito de Relaves Convencionales

En la base del muro de partida del depósito de relaves convencionales se construirá un sistema de drenaje cuyo objetivo es captar las aguas de contacto e infiltraciones para conducir las aguas abajo en forma controlada, y de esta forma mantener la napa freática lo más baja posible en el muro de partida del depósito de relaves convencionales (ver Figura 2-20).

El sistema está constituido por dos drenes transversales a la cuenca del río Nevado, bajo la traza del muro, que se conectan a un dren principal proyectado a lo largo del río Nevado. El trazado longitudinal de los drenes se ajusta a la topografía del área donde se emplazan estas obras. Ambos drenes se construyen con material granular no generador de ácido.

El dren principal al cual se conectan los drenes transversales tiene su límite superior aguas arriba del muro de confinamiento y continúa aguas abajo a lo largo del centro del valle del río Nevado (bajo el botadero de estériles), para conducir las infiltraciones hasta el sistema de control de infiltraciones.

Botadero de Estériles

Bajo el botadero existirán cuatro drenes, uno principal y tres secundarios. El dren principal se construirá a lo largo del centro del valle de río Nevado y los drenes secundarios se ubicarán transversales a este (ver Figura 2-20). El propósito del dren principal es impedir que las aguas subterráneas afloren en el interior del botadero de estéril y entren en contacto con el material depositado.

Las capacidades de diseño de los drenes se basan en soportar los flujos de la Crecida Máxima Probable y consideran un factor de seguridad mínimo de 10 al término de la operación.

Para el diseño del dren principal, se considera dividir el dren en tramos, con la finalidad de ajustarse a la topografía del sector y mantener el criterio de emplazar los drenes sobre el nivel freático actual. El primer tramo comienza bajo el muro de confinamiento del depósito de relaves convencionales y termina a la entrada del primer dren secundario ubicado más al sur. Desde este punto comienza el segundo tramo, el cual finaliza en el sistema de control de infiltraciones.

El dren secundario que se conecta al canal de contorno norte de la pila de lixiviación (ver Figura 2-20), tendrá una sección que varía aproximadamente entre 5 a 10 m² y tendrá un largo aproximado de 1 km. Los drenes secundarios restantes, ubicados al sur del anterior, tendrán una sección que varía aproximadamente entre 5 a 20 m² y un largo aproximado de 700 m.

Pila de lixiviación

La pila de lixiviación contará con un sistema de drenaje para coleccionar tanto las posibles filtraciones desde el revestimiento como las aguas sub-superficiales que pudiesen estar presentes en la fundación. Este sistema estará compuesto de dos drenes con la capacidad de conducir los flujos sub-superficiales originados por la ocurrencia de una Crecida Máxima Probable.

La sección de los drenes debajo de la pila de lixiviación se separa de la sección de los drenes aguas abajo del muro de contención, por medio de una barrera de arcilla. Aguas arriba de la barrera de arcilla o debajo de la pila, los drenes son en sección tipo “dren francés” (enrocado y tubería perforada) y se encontrarán revestidos con geotextil. Agua debajo de la barrera de arcilla, la conducción es en tubería cerrada.

Los drenes reportarán a una piscina de colección ubicada en el área del sistema de control de infiltraciones, al sur de la zona de emplazamiento del botadero de estériles (ver Figura 2-20). Esta piscina se describe en la sección 2.3.6.2.4, indicada como piscina pila de lixiviación.

Acopio de Sulfuros

Bajo el área del acopio de sulfuros existirán dos drenes (ver Figura 2-20) localizados en las dos principales quebradas para desviar y conducir las aguas de contacto hacia el depósito de relaves convencionales. Las áreas aproximadas de captación de estos drenes son 33 ha y 76 ha respectivamente. Ambos drenes serán de sección trapezoidal, cubiertos en su perímetro por un geotextil. En su interior los drenes tendrán tuberías de HDPE perforadas.

El agua captada por los drenes bajo el acopio de sulfuros, será recolectada en una piscina revestida y se descargará en un canal de recepción de drenes. Este canal, de sección rectangular hecho de concreto y revestido, conducirá las aguas de contacto por el lado oeste de la planta de procesamiento hasta un nuevo canal que finalmente conducirá las aguas hasta el depósito de relaves convencionales. Este último canal será de sección trapezoidal y se ubicará en la misma plataforma de las tuberías de transporte de relaves.

2.3.6.2.4 Sistema de control de infiltraciones

El sistema de control de infiltraciones tiene, por una parte, el objetivo de ser una barrera que permita la captación de las aguas de contacto o infiltraciones procedentes de las diferentes instalaciones mineras para enviarlas a la planta de procesamiento, controlando de esta forma el riesgo que éstas sigan curso fuera de las instalaciones del Proyecto. Por otra parte, aguas abajo del muro cortafuga, agua tratada proveniente de Piedra Pómez se restituirá al cauce del río Nevado, lo cual permitirá tanto el control del paso de las infiltraciones como mantener el aporte de agua desde la cuenca superior del río Nevado hacia el sistema hídrico del río Copiapó. Se contempla la restitución del agua de tal manera que en términos de su promedio anual sean similares a los caudales medios en la línea base.

Esta instalación corresponde a una optimización respecto al sistema de interceptación de infiltraciones presentado en el proyecto original, aprobado mediante RCA N°14/02.

Los componentes del sistema de control de infiltraciones se presentan en el Plano 2-28 y a continuación son nombrados en dirección aguas abajo:

- Piscina pila de lixiviación
- Piscina desarenadora
- Piscina de aguas de contacto y zanja drenante (incluye una estación de bombeo)
- Muro cortafuga (cortina de inyección, pared moldeada y núcleo de arcilla)
- Pozos de restitución
- Planta de osmosis inversa río Nevado
- Piscinas de infiltración

Los elementos principales de este sistema son el muro cortafuga y la planta de osmosis inversa. El muro cortafuga sellará el valle interrumpiendo el flujo subterráneo y permitiendo el afloramiento y captación de estas infiltraciones para luego ser recirculadas a la planta de procesamiento. La planta de osmosis inversa realiza el tratamiento de parte de las aguas provenientes de Piedra Pómez para posteriormente restituir las al río Nevado y así mantener los caudales de línea base.

Para aumentar la efectividad en el control de infiltraciones, se considera colocar pozos de restitución aguas abajo del muro cortafuga para que infiltren aguas (provenientes de la planta de osmosis inversa) generando un contragradiante en el muro cortafuga y a la vez restituyan agua al cauce del río Nevado. El resto del agua necesaria de restituir al cauce del río Nevado se realiza con dos piscinas de infiltración ubicadas aguas abajo.

A continuación se describen las obras que componen el sistema de control de infiltraciones.

Piscina pila de lixiviación

Esta piscina recibirá las aguas provenientes del sistema de drenaje de la pila de lixiviación. Mediante una tubería, las aguas son transportadas hacia la estación de bombeo para su recirculación a la planta de procesamiento.

Tendrá una capacidad de almacenamiento de aproximadamente 25.000 m³ y se encontrará revestida con una geomembrana HDPE protegida con un geotextil y una cama de apoyo de material arenoso.

Piscina desarenadora

La piscina desarenadora (no revestida) recoge las aguas proveniente del sistema de drenaje del botadero de estériles y de los canales de contorno de la pila de lixiviación, con el objeto de limitar el contenido de sólidos en suspensión antes de entrar al sistema de bombeo para ser

recirculadas a la planta de procesamiento. La capacidad de esta piscina es de aproximadamente 20.000 m³.

En caso de un evento hidrológico de gran magnitud, se contempla un vertedero que conecte esta piscina con la piscina de aguas de contacto, ubicada aguas abajo

Piscina de aguas de contacto y zanja drenante

La piscina de aguas de contacto parcialmente revestida se ubica aguas arriba del muro cortafuga y en el fondo de esta se ubica una zanja drenante. En el borde oeste de la piscina de aguas de contacto se ubicará una estación de bombeo, la cual se conecta con bombas balsas ubicadas dentro de la piscina de aguas de contacto. La estación de bombeo impulsará las aguas de contacto a la planta de procesamiento.

La piscina de aguas de contacto recibe las aguas provenientes de la piscina desarenadora del sistema de drenaje del botadero de estériles, y las aguas de rechazo de la planta de tratamiento de osmosis inversa en río Nevado (ubicada aguas abajo del muro cortafuga), y las que puedan generarse en eventos hidrológicos de gran magnitud ya que a su vez recibe los aliviaderos de la piscina desarenadora. Estas aguas serán enviadas a través de una tubería al sistema de bombeo para retornar a la planta de procesamiento

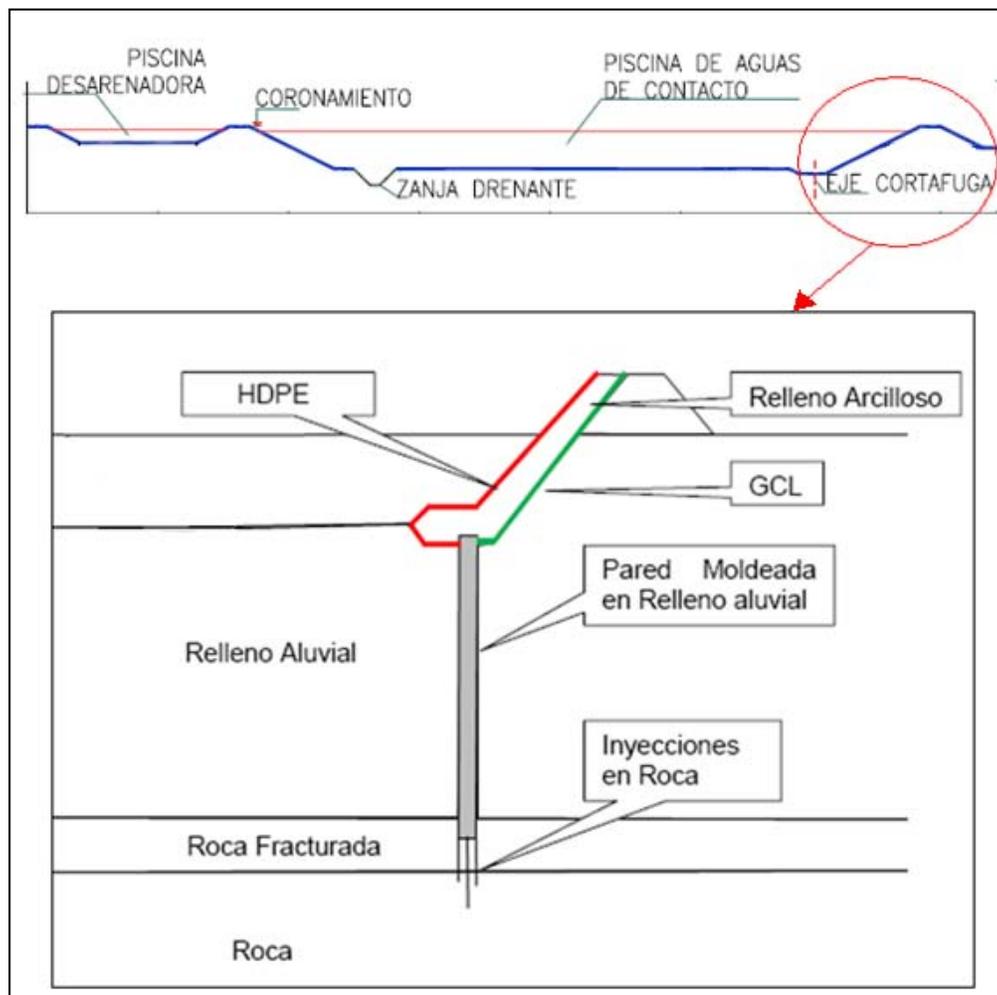
El diseño del sistema de control de infiltraciones contempla disponer de una piscina de 240.000 m³ de capacidad, para almacenar los eventos posibles de ocurrencia durante toda la vida útil del proyecto, sin embargo, esta piscina cuenta con sistemas de bombeo que permiten manejar adecuadamente eventos como la Crecida Máxima Probable de derretimiento de nieve al inicio y que considera un volumen de 382.220 m³, esta operación considera recircular agua a la planta de procesamiento de modo controlar el volumen a almacenar.

En la base de la piscina de aguas de contacto, se ubicará transversalmente una zanja drenante, que permitirá captar las aguas subterráneas del nivel freático bajo la piscina de aguas de contacto. La zanja drenante tendrá una sección trapezoidal con base 3 m y una altura de 5 m. Se rellenará con material granular recubierto con un geotextil, el cual en su parte superior será cubierto con un material de filtro que lo protege de los rayos UV.

Para el bombeo en esta zanja, se dispondrán tres bombas de pozo profundo (2 operando y 1 de reserva), con capacidad de 16 l/s,

Muro cortafuga

El muro cortafuga consiste en un muro revestido con arcilla y geomembrana, una pared moldeada en el sector del relleno aluvial, y una cortina de inyecciones complementaria, en la roca inmediatamente subyacente, de modo que se controle el paso de las infiltraciones hacia aguas debajo del muro. En la Figura 2-22 se presenta la sección transversal tipo del muro cortafuga.

Figura 2-22. Sección Transversal Tipo del Muro Cortafuga

Fuente: CMC, 2011.

La pared moldeada, se construye desde la cota de fondo de la piscina de aguas de contacto (3693 m.s.n.m.), cruzando el relleno aluvial hasta llegar a la roca fracturada, llegando a una profundidad máxima de 30 m. Posteriormente este sistema se extiende a la roca basal mediante una cortina de inyecciones de lechada, que frene el paso de aguas de contacto hacia el valle. Sus largos aproximados varían entre 5 y 45 m

El relleno arcilloso, que constituye una de las paredes de la piscina de aguas de contacto, cuenta con dos sistemas de revestimiento. En el lado exterior (o de aguas arriba) se emplea una geomembrana de HDPE (o LLDPE), mientras que debajo del relleno arcilloso se emplea otro revestimiento geosintético arcilloso (GCL; por su sigla en inglés geosynthetic clay liner) el que se apoya en un muro de grava.

Pozos de restitución

Se consideran 5 pozos de restitución de agua al río Nevado por vía subsuperficial, los cuales tienen 2 objetivos. El primero es levantar el nivel freático aguas abajo de la cortafuga, generando con esto un efecto de contracorriente (o contragradiante) para así reducir o anular el gradiente de infiltraciones y por ende disminuir el potencial de infiltraciones. El segundo objetivo es devolver aguas al curso subterráneo bajo el río Nevado, con agua proveniente de Piedra Pómez, la cual es tratada en la planta de osmosis inversa río Nevado.

Planta de osmosis inversa río Nevado

En la planta de osmosis inversa río Nevado, parte de las aguas provenientes del campo de pozos de Piedra Pómez serán tratadas y posteriormente se incorporarán al río Nevado.

La planta de osmosis inversa se ha diseñado con una capacidad para tratar 153 litros por segundo (550 m³/h) aproximadamente, para obtener un caudal máximo de agua tratada de 100 litros por segundo (360 m³/h) y aproximadamente 53 litros por segundo de agua de rechazo.

La planta de osmosis inversa considera un tratamiento previo de aguas mediante una batería de filtros de arena, los que ofrecerán una primera capa de protección de las membranas, eliminando los sólidos en suspensión contenidos en el flujo. El sistema de membranas contempla pasadas del flujo con un control de pH utilizando hidróxido de sodio.

Esta instalación contempla una piscina de agua tratada, la cual tendrá una capacidad aproximada de 40.000 m³ para contener los flujos cuando la planta de osmosis inversa no esté operando debido a mantenimiento o fallas y poder mantener la restitución en el río Nevado.

Una tubería llevará el agua tratada proveniente de la planta de osmosis inversa a los pozos de restitución descritos anteriormente y a dos piscinas de infiltración ubicadas aguas abajo.

Piscinas de infiltración

Estas piscinas, cuyo objetivo es restituir agua por vía superficial al río Nevado, tendrán una base aproximada de 8 x 48 m cada una y una altura aproximada de 3 m sin revancha, ya que su funcionamiento considera que se encuentren en constante rebose. La base de cada una se cubrirá con una capa de grava.

2.3.6.2.5 Acueducto La Gallina

Para abastecer de agua la construcción de la planta de procesamiento y campamento Casale, se construirá un acueducto que transportará agua desde un punto del cauce del río La Gallina, donde el Titular cuenta con derechos de aprovechamiento de agua superficial por 52 l/s.

El agua proveniente del río La Gallina se utilizará solo en actividades de construcción del Proyecto, las que se estima durarán por 5 años contados desde el inicio de la fase de construcción del Proyecto.

En el sector de la confluencia con el río Nevado se ubicará un estanque de transferencia que almacenará el agua transportada desde el río La Gallina. En este tramo el acueducto La Gallina tendrá un largo de aproximadamente 8 km. El trazado será a nivel de piso, cubierto con un lomo de toro de relleno común a lo largo de todo su trazado. La operación en este tramo será por gravedad.

Para conducir el agua desde el estanque de transferencia hasta la planta de procesamiento y el campamento Casale se habilitarán cañerías de distribución. Desde el estanque de transferencia a la planta de procesamiento, el agua es impulsada por bombas, las cuales se alimentan eléctricamente desde la línea de distribución, que va desde el campamento Casale a la planta de procesamiento.

La cañería de distribución que transportará el agua desde el estanque de transferencia hasta el área del campamento Casale operará en forma gravitacional. Tendrá un largo aproximado de 8 km en total y será enterrada en zanja, sobre una cama de arena. Por sobre la cañería se colocará un relleno seleccionado de alrededor de 1,1 m y posteriormente un relleno común compactado de aproximadamente 0,3 m. en toda su longitud.

La cañería de distribución que transportará el agua hasta el área de la planta de procesamiento, operará por bombeo desde el estanque de transferencia, hasta un segundo estanque de rebombeo (localizado en la cota 3.900 m.s.n.m), desde donde se re-impulsará hasta la piscina de agua fresca ubicada en el nivel 4100 en el área de la planta de procesamiento. En este tramo la cañería también irá enterrada en zanja, sobre una cama de arena. Por sobre la cañería se colocará un relleno seleccionado de alrededor de 1,1 m y posteriormente un relleno común de aproximadamente 0,3 m en toda su longitud.

El Plano 2-29 muestra el trazado del acueducto La Gallina.

2.3.6.3 Sector Punta Padrones

El Proyecto contempla la incorporación de una planta de osmosis inversa, al interior de las instalaciones de filtrado de CMC aprobadas por RCA 14/02, para el tratamiento de las aguas de filtrado del concentrado y obtener un flujo de agua tratada y otro de rechazo.

Estos flujos serán enviados a dos piscinas de almacenamiento temporal, una para el almacenamiento del agua tratada y otra para almacenamiento del agua de rechazo. El flujo de agua tratada tendrá calidad de uso para riego según los parámetros de la NCh 1.333.

Esto implica una mejora respecto a lo ya aprobado mediante RCA N°14/02, en donde las aguas de filtrado del concentrado se enviarían, sin tratamiento previo, a una piscina de evaporación.

En el Plano 2-30, se muestra la ubicación de las obras del Plan Integral de Manejo de Aguas ubicadas en el sector Punta Padrones.

2.3.6.3.1 *Planta de osmosis inversa Punta Padrones*

La planta de osmosis inversa ha sido diseñada para el tratamiento de aproximadamente 37 m³/h de aguas de filtrado, para obtener un caudal aproximado de 24 m³/h de agua tratada con calidad de uso para riego según los parámetros de la NCh 1.333. El caudal de agua de rechazo se estima en aproximadamente 13 m³/h.

Esta planta considera un paso previo de filtrado y ablandamiento del afluente, que se compone de tres filtros de presión. Posterior al paso previo de filtrado, se contemplan dos unidades de ósmosis inversa. Cada unidad consiste en una configuración de dos pasadas con un control de pH utilizando hidróxido de sodio, primero un módulo de membrana y luego un segundo módulo de membrana.

La unidad de ósmosis inversa tendrá un área dedicada a los reactivos químicos, que consiste en un módulo de limpieza in situ, un módulo de manejo del anti-incrustante y un módulo de adición de soda cáustica (NaOH).

La planta de osmosis destinará un área cerrada para una sala de control y otra para el compresor y los ventiladores de aire de proceso. Se colocará un lavamanos y una ducha/lavaojos en las zonas de acceso para facilitar la limpieza del personal y reducir los problemas de seguridad asociados con los productos químicos contenidos en la planta.

2.3.6.3.2 *Tuberías de agua tratada y agua de rechazo*

Desde la planta de osmosis inversa, dos tuberías paralelas conducirán el efluente hasta las piscinas de almacenamiento temporal. Serán tuberías de polietileno de alta densidad (HDPE) con un largo aproximado de 7,5 km. La tubería que conducirá el agua tratada tendrá un diámetro aproximado de 160 mm y la tubería que conducirá el agua de rechazo tendrá un diámetro aproximado de 90 mm.

2.3.6.3.3 *Piscinas de almacenamiento temporal*

Se ha considerado la construcción de dos piscinas de almacenamiento temporal: una para el almacenamiento temporal del agua tratada, con una capacidad de 20.000 m³ (60 m de ancho por 210 m de largo y 1,6 m de profundidad) y otra para el almacenamiento y evaporación de agua de rechazo con una capacidad de 15.000 m³ (100 m de ancho por 300 m de largo y 0,5 m de profundidad). Ambas piscinas tendrán un revestimiento de HDPE y estarán cercadas.

2.3.7 Optimización de Gestión de Tránsito

2.3.7.1 Patio de Estacionamiento

El Proyecto contempla la construcción de un patio de parada y control de seguridad de vehículos que se situará aproximadamente a 28 km (en línea recta) al sureste de Copiapó. El Plano 2-31 muestra la localización general del patio de estacionamiento.

El diseño del patio considera aproximadamente 55 m de ancho por 760 m de largo, con una superficie total del orden de 4 ha y con una capacidad estimada para 200 camiones. Se destinarán estacionamientos para cargas peligrosas y para carga normal.

El patio de estacionamiento contempla las siguientes instalaciones:

- Oficinas, baños, sala de espera y casino
- Estacionamiento para cargas peligrosas
- Estacionamiento para cargas normales
- Iluminación interior y en exteriores completa en estacionamientos
- Sistema de alarma y CCTV
- Sistemas de comunicación (fibra óptica, radio, telefonía celular, red satelital)
- Energía eléctrica permanente por línea de 23 kV, grupo electrógeno y panel solar
- Sistema de almacenamiento de combustible
- Estanque de agua potable
- Sistema séptico para aguas servidas
- Sistema contra incendio
- Cerco perimetral
- Bodega techada con oficinas, climatización y presurización parcial a definir.
- Patio de 3.000 m² y equipos de levante y transporte carga (forklift y camión pluma).

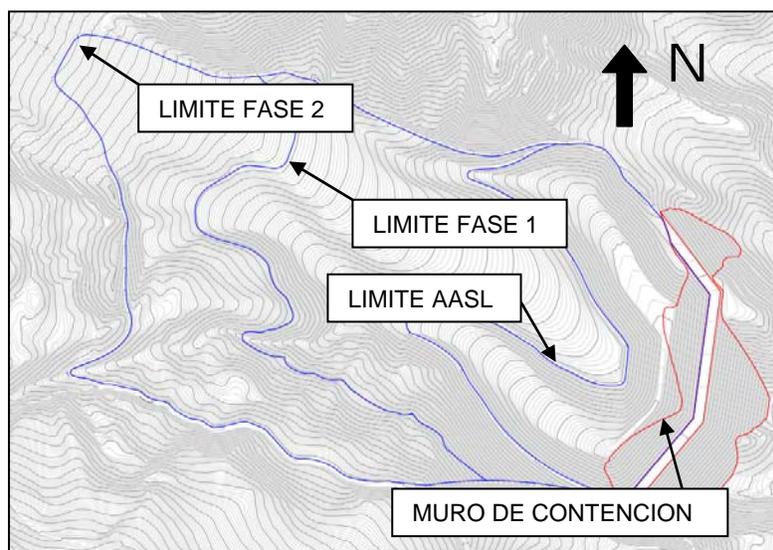
2.4 FASE DE CONSTRUCCIÓN

2.4.1 Optimización de Procesos

2.4.1.1 Actividades de Construcción de la Pila de Lixiviación

La pila de lixiviación se construirá en dos fases, según se muestra en la Figura 2-23. La fase 1 se desarrollará durante la fase de construcción del Proyecto y proveerá una capacidad para aproximadamente 81 Mt de mineral, con un área corona de 0,7 km² aproximadamente. La fase 2 se desarrollará durante la fase de operación del Proyecto, para completar aproximadamente 183 Mt requeridos por el Proyecto.

Figura 2-23. Fases de Construcción de la Pila de Lixiviación



Fuente: CMC, 2011.

La construcción de esta instalación corresponde a los siguientes puntos principales:

- Preparación de la superficie y de las camas de apoyo de las geomembranas: Esta actividad requerirá de la limpieza y escarificación del terreno, excavaciones, remoción de suelo fértil, remoción de material inadecuado, remover las rocas superficiales, colocación de relleno y nivelación del terreno
- Construcción del muro de contención: El muro de contención está constituido por dos tipos principales de rellenos.
 - 1) Relleno Muro. Este relleno se realizará con material estéril proveniente del pre minado o también del área planta y caminos mineros. Será transportado por camiones, para luego disponer en capas que luego se compactarán.
 - 2) Relleno Estructural: Este relleno se realizará con material especificado en capas, y se compactará.

- Despliegue e instalación de las geomembranas y materiales de drenaje. Durante la instalación de las geomembranas se realizarán actividades para asegurar la integridad de estas.
- Instalación de las tuberías y bombas del sistema de bombeo de la solución lixiviada.

En la Tabla 2-38 se entrega una aproximación de los movimientos de tierra.

Tabla 2-38. Movimientos de Tierra Aproximados de la Pila de Lixiviación

Movimientos de Tierra	Cantidad
Escarpe	184 ha
Excavación	2.166.000 m ³
Relleno	1.245.000 m ³

Fuente: CMC, 2011.

2.4.1.2 Actividades de Construcción del Acopio de Sulfuros y Acopio de Remanejo

La fase de construcción del acopio de sulfuros y de remanejo se refiere a aquellas actividades requeridas para habilitar las plataformas base de estos acopios.

Las actividades de construcción, en general, son las siguientes:

- Movimiento de maquinarias y equipos;
- Movimiento de tierras, excavaciones y remoción del terreno; y
- Relleno, compactación y nivelación del terreno.

En el caso del acopio de sulfuros, la plataforma base de este incluye dos drenes con sección tipo "Dren Francés", para lo cual se requiere excavaciones, rellenos e instalación de geotextil y tuberías.

Se estima un volumen de movimiento de tierras de aproximadamente 410.000 m³ y 130.000 m³, para el acopio de sulfuros y acopio de remanejo, respectivamente.

2.4.1.3 Actividades de Construcción de la Planta de Procesamiento

En términos de la fase de construcción, las modificaciones de la Planta de Procesamiento, no generan nuevas tipologías de actividades en relación a las descritas y aprobadas por la RCA 14/02. No obstante, a continuación se describen las obras y actividades necesarias para construir las modificaciones del Proyecto señaladas en la sección 2.3.2.3.

Las actividades de construcción comunes para todas las modificaciones son las siguientes:

- Movilización y traslado de equipos, materiales y recursos humanos.
- Movimiento de maquinarias y equipos;
- Movimiento de tierras, excavaciones y remoción del terreno;

- Relleno, compactación y nivelación del terreno;
- Construcción de fundaciones; e
- Instalación y montaje de estructuras.

Se estima un volumen de movimiento de tierras de aproximadamente 9.625.049 m³.

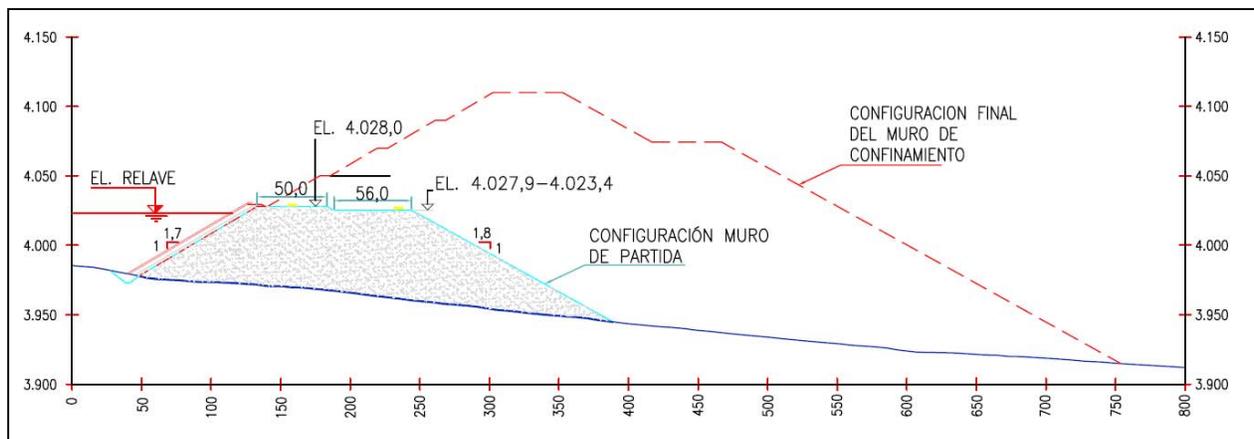
2.4.1.4 Actividades de Construcción del Depósito de Relaves de Limpieza

La construcción del depósito de relaves señalado, comprende principalmente las siguientes actividades comunes para todos los subcomponentes:

- Movilización y traslado de equipos, materiales y recursos humanos.
- Movimiento de maquinarias y equipos;
- Movimiento de tierras;
- Excavaciones y remoción del terreno;
- Relleno, compactación y nivelación del terreno;

Para la construcción del muro de partida, se utilizará material estéril de la mina, el cual se dispondrá en capas compactadas. En la Figura 2-24 se presenta la configuración aproximada del muro de partida.

Figura 2-24. Muro de Partida Depósito de Relaves de Limpieza



Fuente: CMC, 2011.

El revestimiento tanto en la cubeta como en el talud aguas arriba del muro se efectúa mediante la instalación de una geomembrana de LLDPE (polietileno lineal de baja densidad) previo tratamiento en ambos sectores.

Para el apoyo de la geomembrana en el muro, se contempla el empleo de material con una granulometría adecuada, además., entre la capa de apoyo y el estéril, se dispondrá una geomalla (ver Figura 2-5).

En el caso de la cubeta, el tratamiento incluye la remoción de material, escarpe superficial de materiales inadecuados, nivelación menor y compactación. Las nivelaciones previas se deben realizar debido al uso del área como sector de extracción de empréstitos. En tal caso, se requiere dar una terminación adecuada dejando una superficie plana y compactada. Sobre esta superficie se instala una cama de apoyo de material granular compactado. Sobre ésta, se instala la geomembrana de LLDPE la cual será inspeccionada una vez instalada, para verificar la integridad de esta.

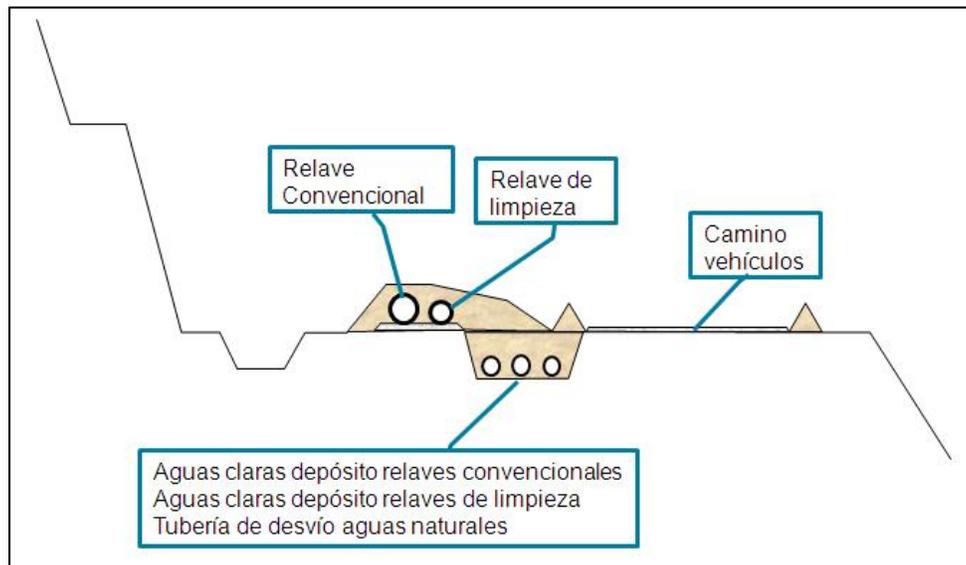
Para asegurar un revestimiento efectivo en toda el área a cubrir, la conexión entre la geomembrana del muro con la geomembrana de la cubeta y la unión de la geomembrana en los estribos del muro, se dispondrá en un relleno de material arcilloso, que otorga mayor ductilidad a la conexión.

El revestimiento se contempla instalar en forma secuencial antes de la recepción de relaves y progresivamente a medida que vaya creciendo la superficie inundada del depósito.

El depósito de relaves de limpieza, previo a la recepción de los relaves, será utilizado para almacenar agua proveniente de Piedra Pómez, la cual se requiere para la operación de la pila de lixiviación. Este almacenamiento comenzará en invierno por lo que será necesario bombear al menos 300 l/s desde Piedra Pómez para asegurar que el acueducto no se congele. Sin embargo, solo se podrá utilizar cerca de 150 l/s para la operación y el resto se almacenará en el depósito de relaves de limpieza.

La necesidad de almacenamiento de agua para la operación de la pila de lixiviación, es de aproximadamente $4,5 \text{ Mm}^3$. Este volumen es posible de almacenar en el depósito de relaves de limpieza, ya que la capacidad de la etapa inicial del depósito de relaves de limpieza es de aproximadamente 14 Mm^3 . El depósito está diseñado para ser estanco y para manejar eventos extremos de escorrentía y es preciso señalar que la mayoría de las operaciones de manejo de relaves requieren de una laguna de agua para iniciar la operación.

En el caso de los sistemas de transporte y distribución de relaves y recuperación de aguas claras, las actividades de construcción se refieren principalmente a la plataforma donde se instalarán estas tuberías. La plataforma tendrá un ancho adecuado para el tránsito de vehículos. En la Figura 2-25 se presenta la sección tipo o referencial de esta plataforma:

Figura 2-25. Sección Tipo de la Plataforma

Fuente: CMC, 2011.

La construcción de la plataforma requiere principalmente de excavaciones tanto en suelo común como en roca. Además requiere de las actividades necesarias para desarrollar la carpeta de rodado del camino, la berma y la cama de arena, para la posterior instalación de las tuberías.

La piscina de emergencia, requiere de excavaciones, rellenos e instalación de una geomembrana.

2.4.2 Actualización de Áreas de Servicio

2.4.2.1 Actividades de Construcción de las Plataformas Multipropósito

La construcción de las plataformas multipropósito requiere desarrollar las siguientes actividades principales:

- Excavaciones
- Preparación de la base
- Rellenos, compactación y nivelación del terreno;
- Acopio de materiales

En la construcción de las plataformas, no se requerirá del uso de empréstitos, pues se utilizará el material de las excavaciones de la planta de procesamiento para los rellenos. Los movimientos de tierra asociados a cada plataforma son los siguientes:

Tabla 2-39. Movimientos de Tierra Estimados de las Plataformas Multipropósito

Nombre	Movimientos de tierra aproximados (m ³)
Plataforma Contratista	530.000
Plataforma Peñasco Largo	650.000
Plataforma de Servicio	800.000

Fuente: CMC, 2011.

Durante la fase de construcción, las plataformas multipropósito serán utilizadas por los equipos de construcción para el prearmado de equipos, prefabricación y/o armado de estructuras de tamaño variable, logística y almacenamiento de materiales, herramientas, etc. Específicamente, la plataforma de servicio, prestará los servicios asociados al casino, baños y oficinas.

Después de que sean liberadas por el equipo de construcción, las plataformas Contratista y Peñasco Largo, serán utilizadas como patios de bodegas para múltiples usos por la Gerencia de Abastecimiento durante toda la fase de operación. Esto incluirá materiales y parte de repuestos para equipos. También serán habilitadas áreas para el almacenamiento de neumáticos usados.

2.4.2.2 Actividades de Construcción del Área de Manejo de Residuos Sólidos

Las actividades de construcción de las áreas de manejo de residuos sólidos, se asocian, principalmente, a la construcción de las dos plataformas en donde se ubicarán las 4 instalaciones para el manejo y disposición de residuos sólidos, que son las siguientes:

- Un relleno sanitario de residuos domésticos;
- Un relleno sanitario de residuos industriales no peligrosos;
- Una bodega de almacenamiento temporal de residuos peligrosos y;
- Un depósito de almacenamiento temporal de residuos reciclables y reutilizables.

Las actividades de construcción corresponden principalmente a la preparación del terreno para habilitar las dos plataformas y son las siguientes:

- Movilización y traslado de equipos, materiales y recursos humanos.
- Movimiento de maquinarias y equipos;
- Movimiento de tierras;
- Excavaciones y remoción del terreno;
- Relleno, compactación y nivelación del terreno;
- Habilitación de las obras de desvío de aguas superficiales (contrafosos) ;
- Instalación del cerco de cierre perimetral;
- Construcción de caminos de circulación interna; e
- Instalación de señalización de seguridad y señalización vial.

Se estima un volumen de movimiento de tierras de aproximadamente 117.400 m³.

Posteriormente, se realizarán las actividades de construcción propias de cada instalación para el manejo y disposición de residuos sólidos. En el caso del relleno sanitario de residuos domésticos, se requieren las siguientes actividades:

- Habilitación de celdas de almacenamiento de residuos domésticos;
- Colocación de la capa de arcilla (revestimiento geosintético arcilloso);
- Instalación de tuberías del sistema de colección de lixiviados;
- Habilitación de una cámara de almacenamiento de lixiviados; e
- Instalación del sistema de revestimiento (Geotextil, Geonet y HDPE).

En el caso la bodega de almacenamiento temporal de residuos peligrosos y la bodega para almacenamiento temporal de mercurio se realizarán actividades para la construcción de fundaciones e instalación y montaje de estructuras.

2.4.2.3 Actividades de Construcción del Área de Campamento y de Contratistas

Las actividades de construcción de las instalaciones del área de campamento y de contratistas son principalmente las siguientes:

- Movimiento de tierras;
- Relleno, compactación y nivelación del terreno;
- Construcción de fundaciones (en el caso del taller de mantenimiento); e
- Instalación y montaje de estructuras, módulos prefabricados y contenedores.
- Instalación de tubería para conducción de agua potable y agua servida.
- Instalaciones eléctricas.

Se estima un volumen de movimiento de tierras de aproximadamente 63.695 m³.

La construcción del campamento Casale se realizará en dos fases diferentes. La primera fase corresponde a la construcción de las instalaciones ya aprobadas, mediante RCA N° 14/02 (aproximadamente 4000 camas). La segunda fase corresponde a la expansión del campamento Casale, planteada en el presente EIA, para completar una capacidad aproximada de 9.000 camas.

Respecto del funcionamiento del campamento Casale durante la fase de construcción, esto no varía respecto de lo aprobado mediante RCA N° 14/02, solo presenta un aumento en sus capacidades.

Durante la fase de construcción, el área de contratistas será utilizada por los equipos de construcción para el prearmado de equipos, prefabricación y/o armado de estructuras de tamaño variable, mantenimiento de vehículos livianos, logística y almacenamiento de materiales, herramientas, etc.

Después de que sea liberada por el equipo de construcción, el área de contratistas será utilizada como patio de bodegas para múltiples usos durante toda la fase de operación. Esto incluirá materiales y parte de repuestos para equipos. También serán habilitadas áreas para el almacenamiento de neumáticos usados.

2.4.2.4 Actividades para la Construcción de las Plantas de Tratamiento de Aguas

Las plantas de tratamiento de aguas, al ser parte de la planta de procesamiento y del campamento Casale, se consideran las mismas actividades de construcción ya descritas para esas áreas.

Se moverán alrededor de 5.000 m³, entre excavaciones y rellenos. Se aprovechará el mismo material de excavación para el relleno, siempre que cumpla con las especificaciones.

2.4.2.5 Actividades para la Extracción de Empréstitos

Las principales obras que requieren material de empréstito para su construcción son las siguientes:

- Planta de procesamiento
- Campamentos
- Depósito de Relaves
- Fundaciones y muro de la Pila de Lixiviación
- Sistema de control de infiltraciones
- Drenes del Botadero de Estériles
- Aeródromo
- Planta de Hormigón

La extracción de material de empréstito se realizará durante la fase de construcción, desde los sectores identificados en la sección 2.3.3.4.

Durante esta fase se contempla habilitar sitios de acopio, y construir las instalaciones de procesamiento los cuales serán utilizados durante la fase de construcción y operación (ver sección 2.5.2.3).

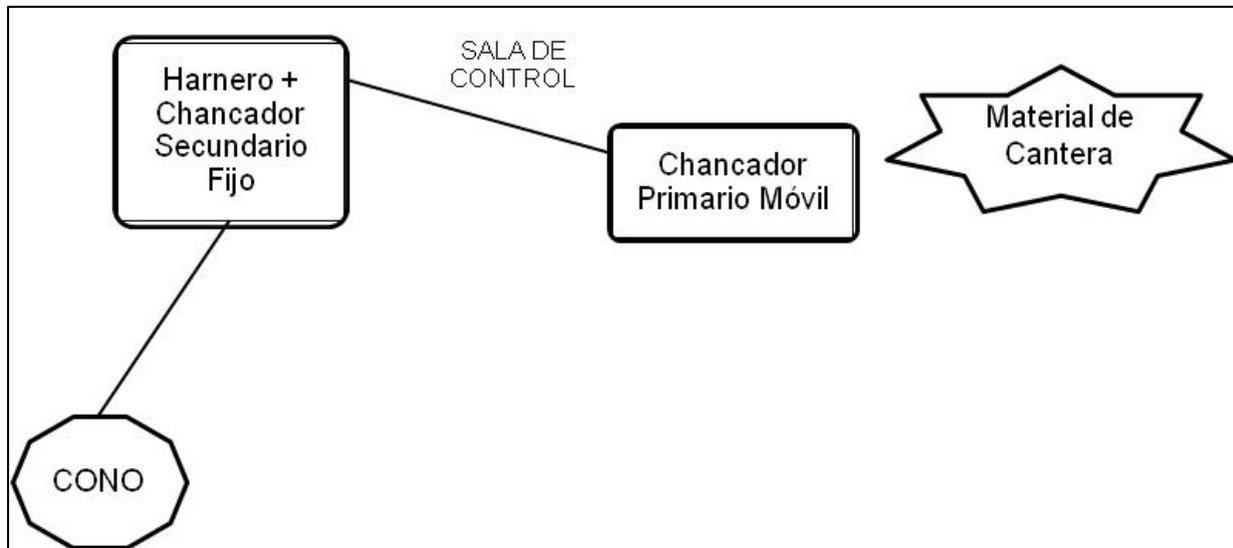
Instalaciones de Procesamiento de Empréstitos

Dada las especificaciones que deben cumplir los materiales en cuanto a tamaño, forma, contenido de finos, libres de sustancias naturales que afecten su resistencia (impurezas orgánicas, sales), se ha considerado el manejo y procesamiento de estos materiales bajo los siguientes esquemas:

- Chancado del material
- Clasificación de material
- Lavado de finos (sólo para producción de material de dren y filtros)

En la Figura 2-26 se presenta el esquema general de las instalaciones de procesamiento de material de empréstito.

Figura 2-26. Esquema General de Instalaciones de Procesamiento de Empréstitos



Fuente: CMC, 2011.

Apilamiento y carguío

Las pilas de acopio de material se ubicarán aledañas a las áreas de las plantas, tanto el material que se utilizará para la construcción como los materiales de rechazo.

Las áreas de acopio de material procesado, tendrán un espacio libre adecuado alrededor de estas para el carguío que efectuarán los usuarios del material. El manejo en el carguío de material incluye cargadores frontales y flota de camiones de transporte.

2.4.2.6 Actividades de Construcción de la Planta de Hormigón

Se estima que el Proyecto requerirá un total aproximado de 230.000 m³ de hormigón. Se prevé que las cuatro plantas dosificadoras comenzarán a operar paulatinamente sin necesidad de encontrarse a la espera de la construcción del resto de las plantas mencionadas.

La principal actividad de construcción de la planta de hormigón considera el movimiento de tierra compuesto por las siguientes sub actividades:

- Excavaciones: Se moverán alrededor de 800 m³, entre excavaciones y rellenos. Se aprovechará el mismo material de excavación para el relleno, siempre que éste cumpla con las especificaciones. Si el material de excavación no puede ser utilizado como relleno se trasladará hacia los botaderos del Proyecto. De igual manera si es necesario usar material de relleno este se traerá de los sectores empréstitos del proyecto.

- La maquinaria para excavar se hará con retroexcavadora y/o excavadora, que cargaran a camiones tolva que trasladaran el material a los botaderos habilitados por el Proyecto.
- Preparación de la base; La base será terminada con personal debidamente instruido y con el equipo adecuado (aplanador, placa o rodillo compactador) a la superficie a preparar.
- Rellenos; Los rellenos se ejecutaran con material proveniente de la misma excavación, si este cumple con lo especificado, si no se traerá de los Empréstitos habilitados por el proyecto.
- El relleno se hará en capas de aproximadamente 20 cm o en el espesor adecuado al equipo a usar.
- Acopio de Materiales; Los materiales se acopiaran en los recintos habilitados para ellos, que contarán con los elementos, equipos y el Personal especializado en carga y descarga de materiales.

Los caminos a utilizar así como las plataformas serán los del Proyecto y no se requerirá ejecutar otros trabajos, salvo los relacionados directamente con la Planta.

La operación de la planta requerirá aproximadamente 37 personas por turno durante los 365 días del año y las veinticuatro horas al día según los requerimientos de construcción.

A continuación se presentan las actividades de transporte y producción de hormigón durante el funcionamiento de las plantas:

Transporte: Los áridos (arena, ripio y gravilla se trasladan desde el empréstito en camiones tolva y se depositan en los sitios respectivos. El cemento se traslada desde la planta en camiones especialmente diseñados y se descargan a los silos mediante manguera con aire comprimido. El agua se traslada en camiones aljibe y/o cañería desde la Planta de Tratamiento de agua Potable y se almacena en los estanques en la planta de hormigón.

Los caminos a utilizar así como las plataformas serán los del Proyecto y no se requerirá ejecutar otros trabajos, salvo los relacionados directamente con la Planta.

Producción: Los áridos serán tomados por un cargador frontal y trasladados a la tolva de la correa transportadora que los lleva hasta la Planta Dosificadora. Aquí por gravedad alimentan a un camión. El cemento y el agua se descargan a la Planta dosificadora, desde los estanques respectivos por medio de cañerías.

2.4.2.7 Actividades de Construcción del Aeródromo

La fase de construcción se asocia principalmente con las actividades de excavación y movimiento de tierra, rebajes y retiro de excedentes, colocación y compactación de rellenos. Estas actividades se describen en los siguientes puntos:

- Rebaje y emparejamiento: Se consideran todos los trabajos de rebajes, nivelaciones o rellenos necesarios para obtener los niveles requeridos, de acuerdo a las cotas de nivel.

- Colocación y compactación de rellenos: Corresponde a los rellenos dentro del área del aeródromo, para reposición de sobre excavación o reemplazo de material sobre áreas de rampas y todos los necesarios que no constituyan base de la carpeta. Los rellenos que soporten la carpeta se ejecutarán en capas horizontales y sucesivas, compactadas mecánicamente en húmedo.
- Canalización: Para el cruce de los cauces (río Pircas Negras y río Nevado) se proyecta materializar con obras de arte del tipo cajón triple o doble de hormigón armado y obras de protección.
- Remoción de material orgánico.

2.4.2.8 Actividades de Construcción Camino de Acceso a Planta de Procesamiento

Las actividades de mejoramiento y construcción del camino contemplan las siguientes acciones:

- Escarpe: esta actividad consiste en la extracción y retiro de la capa superficial de suelo en todas las áreas donde se construirán los terraplenes proyectados en el mejoramiento y construcción de camino.
- Excavaciones: se identifican dos tipos de excavaciones: las excavaciones de corte en terreno común y las excavaciones de corte en roca. Las primeras se realizan para dar cabida al perfil tipo proyectado a nivel de la subrasante y para la construcción de las obras de arte. Las segundas corresponden a las excavaciones que se realizarán en formaciones rocosas y, podrá requerir, eventualmente, el uso de explosivos.
- Rellenos: esta actividad contempla la formación y compactación de terraplenes, formación de pedraplenes, relleno estructural y la preparación de la subrasante. Esta actividad consiste básicamente en rellenar espacios excavados y espacios no ocupados por las obras hasta alcanzar el nivel de la subrasante establecida, de acuerdo al perfil tipo del Proyecto. La preparación de la subrasante implica primero realizar las labores de perfilado y posteriormente de compactación.
- Carpeta: Se contempla la preparación de una carpeta de material granular compuesta de una sub-base granular y por encima de esta, una base granular. Posteriormente a las bases granulares, se contempla un tratamiento superficial simple con lechada asfáltica.

Además, es preciso señalar que se construirán obras de saneamiento y drenajes, obras de cruces de cursos de agua mediante tuberías de hormigón de base plana o cajones de hormigón armado, instalación de barreras de seguridad o defensas camineras. Se estima un volumen de movimiento de tierras de aproximadamente 60.000 m³.

2.4.2.9 Actividades de Construcción de la Mini central hidroeléctrica

La mini central hidroeléctrica, al ser parte del área de la planta de procesamiento, se consideran las mismas actividades de construcción ya descritas para esa área. Se estima un volumen de movimiento de tierras de aproximadamente 12.000 m³.

2.4.3 Incorporación del Sistema de Transmisión y Distribución Eléctrica

2.4.3.1 Actividades de Construcción de las Líneas de Alta Tensión y Distribución

Las actividades específicas en esta fase son:

- Movilización. Traslado de recursos a los frentes de trabajo, equipos, materiales y recursos humanos utilizando las vías existentes.
- Habilitación de campamento y acopios.
- Construcción de caminos de acceso a las torres.
- Construcción de plataforma de construcción.
- Despeje de superficies.
- Excavaciones y rellenos menores. El mismo material excavado servirá para rellenar las excavaciones donde se montarán las estructuras de torres.
- Instalación de mallas a tierra. Se instalarán las mallas a tierra antes de rellenar cada excavación.
- Montaje de estructuras de torres. Se instalarán las torres con maquinaria especializada.
- Instalación del cable conductor y de guardia.
- Pruebas y puesta en marcha.

Específicamente para las líneas de alta tensión, las actividades de construcción se desarrollarán en una faja de servidumbre de aproximadamente 40 m de ancho. Esta plataforma de construcción se utilizará como vía de acceso a los frentes de faena y como plataforma de almacenamiento de insumos para la construcción de la LAT.

La construcción de la LAT La Coipa - Piedra Pómez, requerirá de dos frentes de trabajo simultáneos localizados estratégicamente a lo largo de trazado.

La construcción de la LAT Cardones - Cuenca Río Nevado requerirá de cinco frentes paralelos de trabajo; dependiendo de las condiciones meteorológicas, el primero comenzará en Cardones, el segundo desde el patio de estacionamiento, el tercero desde el sector Placetones, el cuarto desde la Guardia y finalmente, el quinto, en el campamento del sector cuenca río Nevado, en caso de ser necesario. Los frentes de trabajo indicados implementarán barreras acústicas modulares en todas las faenas que tengan receptores a menos de 200 metros de distancia y cuyo nivel de ruido de fondo sea menor a 45 dB(A).

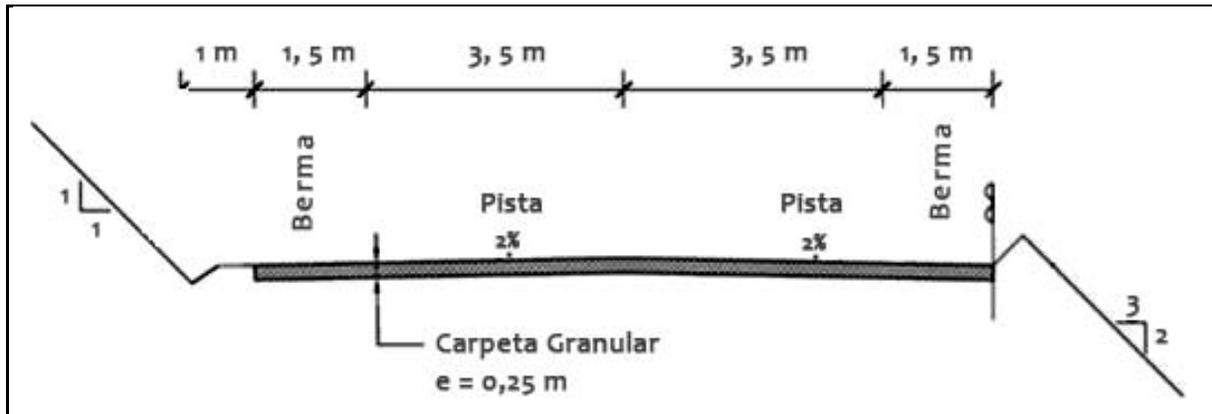
2.4.3.2 Obras auxiliares de construcción

2.4.3.2.1 *Caminos de acceso*

Se utilizarán caminos o huellas existentes, mejorando sus condiciones en caso de requerirse y adicionalmente, se construirán nuevos caminos (ver caminos propuestos en Plano 2-21 y Plano 2-22). La mejora de los caminos existentes y la construcción de nuevos caminos, tendrá la siguiente configuración aproximada (ver Figura 2-27):

- Ancho total: 12 m
- Ancho de tráfico: 7 m (dos carriles de 3,5 m)
- Banquinas: 1,5 m a cada lado.
- Pendiente transversal mínima: 2%.

Figura 2-27. Sección Transversal Típica – Camino de Acceso



Fuente: CMC, 2011.

Además, contarán con acequia longitudinal para escurrimiento de aguas y en caso de requerirse en zonas de fuerte pendiente o curvas en ladera barreras de seguridad. La estructura del camino estará conformada por una capa de material granular de aproximadamente 0,25 m de espesor y de baja plasticidad a fin de resistir ciclos de congelamiento y descongelamiento.

Se proveerá de camiones regantes para evitar el levantamiento excesivo de polvo.

Se mantendrán transitables y en buenas condiciones los caminos de acceso a los frentes móviles de trabajo. En el caso de caminos con carpeta de rodado de tierra o granular, se deberán mantener condiciones de humectación y compactación adecuadas.

Los restos de vegetación, materia orgánica o suelos orgánicos, restos de roca serán removidos de la superficie.

2.4.3.2.2 Caminos de acercamiento

Para los accesos a los frentes de trabajo, campamentos y acopios, se habilitarán caminos internos que serán usados por un corto período durante la construcción. En estos caminos se compactará el suelo y se humedecerá para disminuir el levantamiento de polvo. Se dispondrán de alcantarillas temporales para escurrimiento de agua y de acequias para conducción de la misma. Una vez abandonado el camino se escarificará el terreno al menos en 0,30 m a fin de asimilarlo a las condiciones originales y permitir una rápida revegetación.

2.4.3.2.3 Campamentos e Instalaciones de Faena

Se utilizarán campamentos temporales para alojar al personal de construcción, los que serán retirados después de completar la construcción.

La LAT Cardones – Cuenca Río Nevado contempla, como obras temporales anexas de la fase de construcción a las áreas de acopio y campamentos (ver Plano 2-21). Cabe señalar que los campamentos incluyen sectores de acopio también. En la Tabla 2-40 se presenta la ubicación en coordenadas y la elevación de cada una de las obras anexas de esta LAT.

Tabla 2-40. Obras Anexas LAT Cardones – Cuenca Río Nevado

Obra	Ubicación (Aprox.)		
	Coordenada Este *	Coordenada Norte *	Elevación (m.s.n.m.)
Acopio Cadillal	466.424	6.923.945	4.550
Acopio Ternera Negra	452.935	6.930.718	3.400
Acopio Agua Nueva	418.363	6.941.242	2.050
Acopio Ojanco	365.145	6.955.551	900
Campamento Placetones	429.434	6.940.348	2.800
Campamento Punta Gorda	388.415	6.948.989	900
Campamento La Guardia	445.435	6.936.054	2.650

* Coordenadas en UTM PSAD 56

Fuente: CMC, 2011.

La LAT La Coipa – Piedra Pómez contempla como obras anexas los campamentos y las subestaciones eléctricas (ver Plano 2-22). Cabe señalar que los campamentos también incluyen sectores de acopio. En la

Tabla 2-41 se presenta la ubicación en coordenadas y la elevación de las obras anexas de esta LAT.

Tabla 2-41. Obras Anexas LAT La Coipa – Piedra Pómez

Obra	Ubicación (Aprox.)		
	Coordenada Este *	Coordenada Norte*	Elevación (m.s.n.m.)
Campamento Aduana Paso San Francisco	496.161	7.031.306	3.800
Campamento La Coipa	467.120	7.028.214	3.350
Subestación La Coipa	470.360	7.030.685	3.500
Subestación Piedra Pómez	516.941	7.017.996	4.400

* Coordenadas en UTM PSAD 56

Fuente: CMC, 2011.

Para construir los campamentos temporales de construcción se adaptarán a los niveles topográficos disponibles del terreno natural, para evitar excesivos movimientos de suelos, se reducirá el uso de maquinaria pesada al seleccionar zonas planas sin vegetación arbórea.

Antes de iniciar los trabajos de construcción se delimitará claramente el área destinada al campamento, la construcción se realizará en horario diurno.

Los campamentos se componen de un sistema de módulos metálicos, tipo contenedor, autosoportantes y de ensamble en terreno, con todos los servicios incluidos (agua potable, alcantarillado de aguas servidas, electricidad, alumbrado, detección de incendio, extintores) y dormitorios completamente equipados, la construcción considera preparación del terreno, construcción de infraestructura, instalación de equipos y accesorios necesarios (camas, mesas, sillas, comedores, etc.) e instalación de servicios básicos.

El área general exterior incluye zonas para actividades de recreación, instalaciones para la llegada de buses, áreas de estacionamientos, vías de circulación internas y urbanización (redes eléctricas, agua potable, alcantarillado, incendio).

Se construirán las obras requeridas para la red de alcantarillado y la planta de tratamiento de aguas servidas. El área contará con energía eléctrica suministrada por un grupo electrógeno.

La instalación contará con la cantidad de baños requeridos de acuerdo a la dotación de personal y lo indicado en el DS 594 – Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales en los lugares de trabajo.

La construcción de los lugares en que se almacenarán insumos considera la preparación del terreno, construcción de fundaciones y construcción de edificaciones necesarias, lo mismo incluye la construcción del área de oficinas y talleres mecánicos y de pre fabricado.

Principales Componentes

- Casino - Comedor

Se considera un comedor principal, el que contará con la infraestructura y los permisos necesarios de las autoridades competentes. El comedor contará con personal exclusivo para todas las labores de manipulación de los alimentos y aseo del comedor. Al igual que las oficinas de la instalación de faenas, el comedor llegará a obra en un sistema modular prefabricado, para ser ensamblado en terreno.

- Detalle de otras instalaciones complementarias al campamento

Teniendo en cuenta que el campamento estará construido en forma provisional, todas las instalaciones estarán compuestas por módulos del tipo reubicable, hecho de paneles para ser ensamblados por personal en terreno. Las instalaciones anexas al campamento son las siguientes:

- Policlínico
- Salas de recreación
- Oficinas de la Dirección de Construcción
- Oficinas de Administración del personal de campo
- Oficinas Técnicas
- Oficinas de Control y planificación de la construcción
- Almacenes de materiales de consumo y repuestos de equipos de construcción.
- Almacén para los materiales a incorporar al Proyecto
- Taller para el mantenimiento del equipo de construcción
- Taller o laboratorio para instrumentos
- Garita de control de acceso

- Acopios de materiales y maquinaria

De requerirse, se instalarán acopios temporales de materiales y máquinas en los campamentos propuestos.

- Estanques para el almacenamiento de agua

Los estanques de acumulación contarán con las siguientes características:

- El estanque es fabricado con Polietileno de Alta Densidad, de alta resistencia a las agresiones químicas y climáticas.
- Material inerte.
- Paredes interiores lisas.
- Livianos, fácil de transportar y de instalar.
- Muy resistente, no corrosible, 100% reciclable.

2.4.3.3 Actividades de Construcción de las subestaciones eléctricas

Las subestaciones eléctricas asociadas a las LATs que se construirán en el presente Proyecto son las siguientes:

- a) Subestación Sector Cuenca Río Nevado 220/23 kV
- b) Subestación Piedra Pómez 110/23 kV

La construcción de las subestaciones se iniciará con la nivelación del terreno y la materialización de un piso de concreto o radier y las fundaciones de concreto para los equipos. Además se instalará un cierre perimetral (cerco metálico con protecciones) y se habilitará un portón de ingreso.

Al interior de los recintos de las subestaciones eléctricas se instalarán los diversos equipos y elementos operativos, incluyendo transformadores para bajar la tensión de 220 y 110 kV a 23 kV, sala de control y grupo generador de emergencia.

2.4.4 Optimización de Ductos

El método constructivo del concentraducto no presenta modificaciones en relación a lo presentado en el proyecto original aprobado mediante RCA N°14/02. Como se señaló en las secciones anteriores, la modificación consiste en el cambio de trazado.

Del mismo modo que para la construcción del concentraducto, las actividades de construcción del acueducto no se modifican en relación al proyecto original.

No obstante lo anterior, a continuación se describen las principales actividades que se desarrollarán durante la fase de construcción de los ductos

2.4.4.1 Obras auxiliares de construcción

Las principales obras asociadas a la construcción de los ductos que a continuación se detallan son los siguientes:

- Botaderos y Empréstitos
- Campamentos e Instalaciones de Faena
- Caminos de acercamiento
- Caminos de acceso

2.4.4.1.1 *Caminos de acceso*

Se utilizarán caminos o huellas existentes, mejorando sus condiciones en caso de requerirse y adicionalmente, se construirán nuevos caminos (ver caminos propuestos en Plano 2-24 y Plano 2-25). Las características de estos caminos es la misma presentada para la construcción de las líneas de alta tensión y distribución (sección 2.4.3.2.1).

2.4.4.1.2 *Caminos de acercamiento*

Para los accesos a los frentes de trabajo, campamentos y acopios, se habilitarán caminos internos que serán usados por un corto período durante la construcción. Las características de estos caminos es la misma presentada para la construcción de las líneas de alta tensión y distribución (sección 2.4.3.2.2).

2.4.4.1.3 *Campamentos e Instalaciones de Faena*

Al igual que para la construcción de las líneas de alta tensión y distribución se utilizarán campamentos temporales para alojar al personal de construcción, los que serán retirados después de completar la construcción.

Las características básicas y los métodos constructivos de los campamentos temporales de construcción de los ductos serán los mismos presentados para la construcción de las líneas de alta tensión y distribución (sección 2.4.3.1).

En el Plano 2-24 y Plano 2-25, se muestra la localización y en las siguientes tablas se presentan las coordenadas de los campamentos proyectados para la construcción del acueducto y concentraducto.

Tabla 2-42. Ubicación de Campamentos para la Construcción del Acueducto

Ítem	Denominación	Ubicación	
		Coordenada Este *	Coordenada Norte*
1	Piedra Pómez	516.830	7.017.837
2	Lobo Marte	500.531	6.990.087
3	Maricunga	491.132	6.959.168
4	Maricunga - Nevado	484.699	6.934.199
5	Campamento Sector Cuenca Río Nevado	469.481	6.912.445

* Coordenadas en UTM PSAD 56

Fuente: TECHINT-BRASS, 2011.

Tabla 2-43. Ubicación de Campamentos para la Construcción del Concentraducto

Ítem	Denominación	Ubicación	
		Coordenada Este *	Coordenada Norte*
1	Campamento Sector Cuenca Río Nevado	469.481	6.912.445
2	Campamento 1	440.491	6.940.051
3	Campamento 2	432.661	6.943.998
4	Campamento 3	424.893	6.947.852
5	Campamento 4	366.115	6.996.606

* Coordenadas en UTM PSAD 56

Fuente: TECHINT-BRASS, 2011.

Adicionalmente a los campamentos a utilizar para la construcción del concentraducto (indicados anteriormente) se considera el alojamiento de personal en Caldera y Copiapó. Los campamentos temporales, que corresponden a todos menos los campamentos de Piedra Pómez y Campamento del sector Cuenca Río Nevado, tendrán una capacidad máxima promedio de 300 personas.

2.4.4.1.4 Botaderos y Empréstitos

La ubicación y superficie de botaderos y empréstitos requeridos para la construcción del Acueducto y Concentraducto se presentan en la Tabla 2-44 y Tabla 2-45 respectivamente. Además, la localización se muestra en el Plano 2-24 para el concentraducto y en el Plano 2-25 para el acueducto. Cabe señalar que las superficies estimadas fueron determinadas para el área total de cada botadero y empréstito, y respecto a los largos y anchos corresponden a aproximaciones según contorno de estas instalaciones.

Tabla 2-44. Ubicación y Áreas Totales Estimadas de Extracción o Disposición para el Acueducto (ha)

Ítem	Denominación	Ubicación		Largo [m]	Ancho [m]	Área [ha]
		Coordenada Este *	Coordenada Norte*			
1	Botadero N° 1	511.507	7.009.103	400	80	3,2
2	Botadero N° 2	502.699	6.996.191	400	80	3,2
3	Botadero N° 3	500.969	6.986.242	400	80	3,2
4	Botadero N° 4	496.263	6.964.369	400	80	3,2
5	Botadero N° 5	489.445	6.958.018	400	80	3,2
6	Botadero N° 6	485.490	6.951.122	400	80	3,2
7	Botadero N° 7	485.284	6.945.829	400	80	3,2
8	Botadero N° 8	486.209	6.940.208	400	80	3,2
9	Botadero N° 9	484.563	6.933.892	400	80	3,2
10	Botadero N° 10	479.566	6.929.783	400	80	3,2
11	Botadero N° 11	476.977	6.924.049	400	80	3,2
12	Botadero N° 12	472.301	6.923.247	400	80	3,2
12	Empréstito N° 1	510.187	7.007.024	300	80	2,4
13	Empréstito N° 2	502.032	6.995.314	350	80	2,8
14	Empréstito N° 3	499.916	6.979.613	290	130	3,8
15	Empréstito N° 4	489.086	6.957.853	350	80	2,8
16	Empréstito N° 5	485.394	6.937.800	300	80	2,4
17	Empréstito N° 6	484.731	6.937.025	300	80	2,4
18	Empréstito N° 7	483.906	6.932.393	300	80	2,4

* Coordenadas en UTM PSAD 56

Fuente: TECHINT-BRASS, 2011.

Tabla 2-45. Ubicación y Áreas Totales Estimadas de Extracción o Disposición para el Concentraducto (ha)

Ítem	Denominación	Ubicación		Largo [m]	Ancho [m]	Área [ha]
		Coordenada Este *	Coordenada Norte*			
1	Botadero N° 1	464.176	6.924.923	400	400	16
2	Botadero N° 2	453.721	6.931.401	400	400	16
3	Botadero N° 3	444.681	6.938.867	400	400	16
4	Botadero N° 4	433.817	6.944.081	400	400	16
5	Botadero N° 5	423.022	6.950.168	400	400	16
6	Botadero N° 6	414.660	6.965.326	400	400	16
7	Botadero N° 7	398.362	6.975.100	333.3	120	4

Ítem	Denominación	Ubicación		Largo [m]	Ancho [m]	Área [ha]
		Coordenada Este *	Coordenada Norte*			
8	Botadero N° 8	385.034	6.987.639	200	200	4
9	Botadero N° 9	371.852	6.997.482	200	200	4
10	Botadero N° 10	355.853	6.993.803	200	200	4
11	Botadero N° 11	338.583	7.000.634	200	200	4
12	Empréstito N° 1	464.997	6.925.013	400	133	4,5
13	Empréstito N° 2	444.073	6.938.638	250	110	2,7
14	Empréstito N° 3	436.782	6.941.795	83	38	0,3
15	Empréstito N° 4	434.848	6.944.761	195	111	1,8
16	Empréstito N° 5	433.744	6.945.101	178	63	1,1
17	Empréstito N° 6	432.559	6.944.719	254	200	4,2
18	Empréstito N° 7	425.566	6.945.126	436	41	3,0
19	Empréstito N°8	424.216	6.948.528	564	82	6.3
20	Empréstito N°9	423.713	6.948.576	447	153	8.8

* Coordenadas en UTM PSAD 56

Fuente: TECHINT-BRASS, 2011.

Los movimientos de material se realizarán por medio de excavación y movimiento de suelos.

Medidas generales de seguridad (señalética)

Se colocarán carteles de advertencia en el perímetro de la zona. De ser necesario, se cerrará el perímetro mediante alambrados para evitar el ingreso de personas o animales en zonas con taludes inestables producto del retiro de material. Durante los trabajos se patrullará el área a fin de detectar presencia de personas o animales.

2.4.4.2 Actividades de Construcción de Ductos

Para la construcción del acueducto y concentraducto se realizarán las siguientes actividades de construcción:

- Apertura de pista
- Desfile de tuberías
- Inicio y Final de la Fase de Soldadura
- Completamiento de bajada y tapada de tubería
- Finalización de los trabajos de obras especiales
- Final de la instalación de válvulas de línea
- Inicio de las pruebas hidrostáticas
- Completamiento mecánico por tramo (spread)

La construcción de los ductos se realizará con cuadrillas que trabajarán en dos frentes móviles, uno destinado al concentrado y otro para el acueducto. Los frentes de trabajo indicados implementarán barreras acústicas en todas las faenas que tengan receptores a menos de 200 metros de distancia y cuyo nivel de ruido de fondo sea menor a 45 dB(A).

El acopio de tuberías se realizará a lo largo del trazado y en sectores habilitados cercanos a los campamentos.

Debido a la extensión de la obra, las instalaciones de faena se emplazarán en los campamentos. Se mantendrán en los frentes móviles sólo los materiales, vehículos, maquinarias y operadores que se requieren para el adecuado avance de las obras.

El acceso a los frentes de trabajo se realizará principalmente por caminos existentes y por la faja de servidumbre. Se contará con acceso a servicios de emergencia, tales como ambulancia de emergencia y paramédicos calificados, sobre una base de 24 horas de disponibilidad.

No se contempla la instalación de campamentos en los frentes de trabajo. Los trabajadores serán transportados en buses, desde sus lugares de alojamiento en los campamentos, hasta el lugar de trabajo y viceversa.

El almuerzo (colaciones) será suministrado en el frente de trabajo, diariamente, por una empresa de servicio que cumplirá con todos los requerimientos establecidos por la normativa vigente. La empresa de servicio deberá proveer comedores móviles que cumplan con las exigencias del DS N° 594/00 y gestionar todos sus residuos. Los residuos domésticos resultantes serán depositados en contenedores estancos y provistos de tapa, dispuestos en el frente de trabajo y retirados diariamente para ser enviados a rellenos sanitarios autorizados de acuerdo a la ubicación del punto generador.

2.4.4.2.1 Transporte

Los ductos serán transportados en camiones semiremolque de caja playa y largo adecuado a las cargas a transportar, todos ellos contarán con la verificación técnica vehicular y estar autorizados para el transporte de cargas pesadas, extra anchas y extra largas según el caso. Cada camión será inspeccionado para verificar que cumple con todas las normas de seguridad. Para asegurar la carga y prevenir deslizamientos de la cañería se ajustará la misma por medio de fajas. Todos los camiones que transiten en caminos sin pavimentar circularán a una velocidad controlada.

2.4.4.2.2 Acopio

El terreno que se utilice para la estiba de la cañería temporaria, será desmatado, nivelado y con pendientes adecuadas que faciliten el escurrimiento de las aguas. Cuando un sitio de acopio deje de ser necesario, el sitio será limpiado y restaurado a satisfacción del propietario.

2.4.4.2.3 Desfile

La fase de desfile corresponde a aquella donde la tubería es descargada a lo largo de la traza para ser posteriormente soldada y bajada a la zanja. El equipo de izaje, tiende tubo o grúa, se desplaza paralelo al camión semiremolque o cureña, desfilando la cañería a no menos de 0,50 m del borde de la zanja. La tubería se apoyará sobre tacos de madera o sobre sacos rellenos de arena.

En pendientes agudas la cañería se descargará en la cima o en la base de la pendiente y se moverá mediante tiende tubos o equipos con orugas. En cruces de camino sendas o cauces de agua la cañería se acopiará a un costado de los mismos de manera de no interrumpir el paso y estará convenientemente señalizada.

2.4.4.2.4 Apertura de pista y nivelación, voladura

Para permitir la realización de la construcción y colocación del ducto, se debe abrir la pista que además de posibilitar la posterior apertura de zanja facilita la circulación del personal y equipos. Dicha apertura se realizará por maquinaria pesada empleando en aquellos sectores con presencia de roca voladura como método de construcción.

La nivelación se llevará a cabo teniendo en cuenta los radios mínimos de las curvas permitidas para la tubería utilizada y las pendientes máximas permitidas en caso de líquidos. Para el caso del concentrado, la pendiente longitudinal máxima permitida del trazado es del 15%. Para el caso del acueducto no existe limitación de pendiente por condición del fluido pero el trazado ha sido diseñado para minimizar trabajos en pendientes elevadas (superiores al 25%).

La nivelación se llevará a cabo teniendo como premisas prevenir la erosión de la pista durante y después de la construcción.

Las tareas se realizarán procurando producir el mínimo impacto sobre la morfología del terreno, además de evitar dañar la flora circundante. Se nivelará únicamente la parte de la pista necesaria para lograr una superficie de trabajo pareja y segura.

La tierra superficial no deberá ser mezclada con el subsuelo y se acopiará en lugares diferentes, asegurando que el material se preservará hasta la restauración final del terreno, de manera de minimizar la pérdida, la mezcla o la degradación del mismo.

Se quitarán las raíces, ramas, piedras y otros escombros de la pista antes de comenzar las tareas de excavado, para prevenir la contaminación del suelo.

Se ubicarán los excesos de material de excavaciones en montículos y se regresarán a su posición original al completar la construcción. Este material no deberá ser ubicado en sectores bajos o donde afecten los drenajes naturales del terreno.

El desmonte, se efectuará con topadora o cargadora frontal acumulando los restos de vegetación en el costado de la pista, evitando el corte de cuencas de escurrimiento natural. Se deberán extraer todas las piedras de gran tamaño y las raíces serán cortadas a ras del suelo, para favorecer la posterior revegetación.

El ancho de la apertura de pista se limitará a la indicada en los documentos del proyecto, el cual es de 22 m con un ancho de trabajo máximo de 25 m. El ancho de trazado en ladera será reducido a 13 m o 15 m para minimizar los movimientos de suelo involucrados.

En el caso de cruce de cursos de agua se deberán construir puentes y accesos de manera tal de no interferir con el curso de agua. Ningún escombros será colocado dentro del área inundable por el curso del río, asimismo, quedará prohibido arrojar residuos al curso de agua.

El acopio de materiales extraídos de la orilla de un río o arroyo, se utilizará para restaurar el mismo a su estado original (en lo posible) al concluir la Construcción.

2.4.4.2.5 Apertura de zanja

Salvo casos particulares la zanja deberá estar completamente terminada previo al desfile de la cañería para proceder a su soldadura.

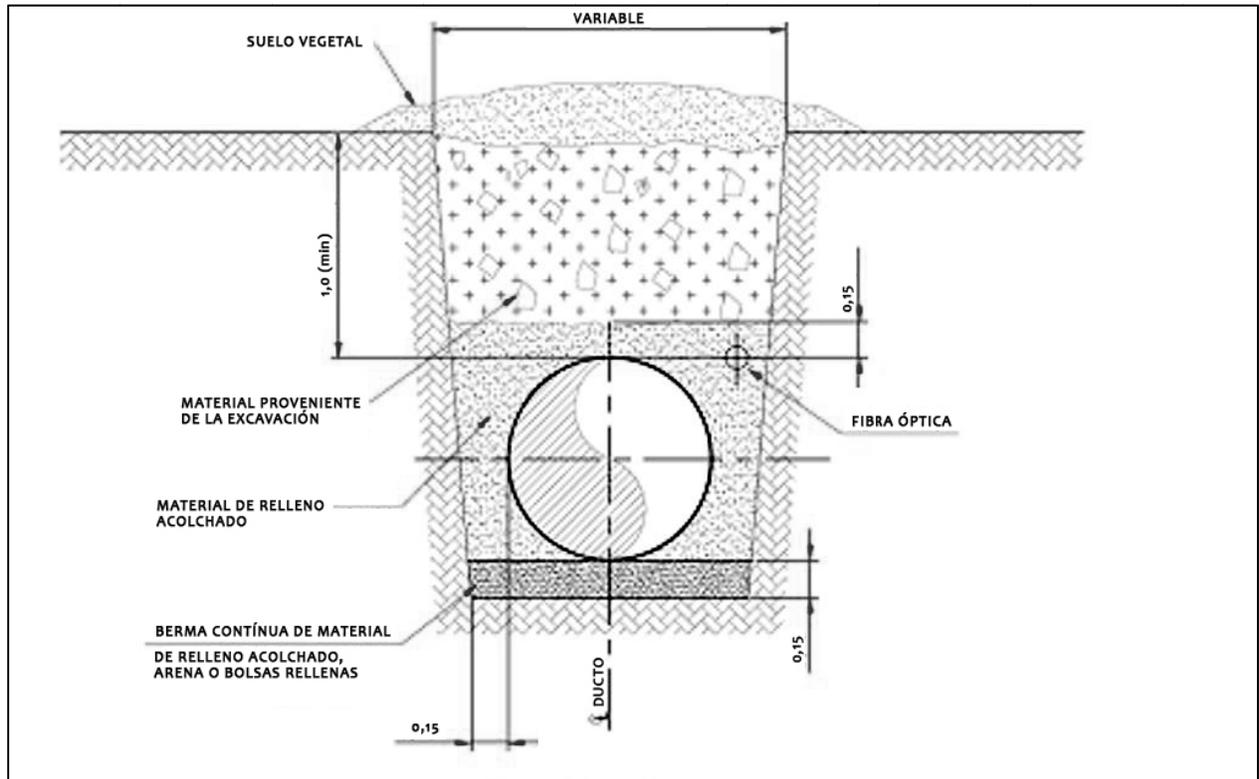
Antes de la apertura de la zanja se localizará y marcará la ubicación exacta de tuberías, cables o cualquier otra instalación, en superficie o subterránea, que crucen o estén cerca del trazado (a menos de 15 m de la línea proyectada). La localización de esas instalaciones se realizará por medio de detectores metálicos y sondeos.

Se mantendrá la seguridad en la excavación, estabilizando los taludes de corte provisorios y definitivos, además de resguardar las instalaciones anexas que se vean comprometidas por la excavación.

El material excavado y que no se utilice posteriormente en el relleno de la zanja, se transportará y depositará en los sectores previamente autorizados. En caso que sea autorizado, se distribuirá uniformemente el material sobrante en los terrenos anexos a las instalaciones, cuidando de mantener las condiciones del entorno y no alterar los sistemas de drenaje naturales. El espesor de este material no deberá superar los 0,3 m.

Se habilitarán pasos libres, sobre la zanja, en aquellos sectores donde el trazado del ducto interrumpa accesos que el propietario o morador de la tierra utiliza para su desplazamiento, pasos de uso frecuente de animales y fauna silvestre. Para ello se deberá rellenar la zanja o bien instalar puentes provisorios que brinden seguridad y continuidad para los usuarios.

La Figura 2-28 muestra una disposición típica de zanja:

Figura 2-28. Detalle de Zanja en Terreno Normal

Fuente: TECHINT-BRASS, 2011.

2.4.4.2.6 Soldadura

Esta fase corresponde a la soldadura circunferencial de los caños. Los caños se soldarán uno a uno formando una columna que será luego bajada a la zanja.

Las puntas de electrodos y los cepillos de acero usados serán recolectados y almacenados transitoriamente en recipientes, separados de los residuos de otro tipo, para su disposición transitoria en el acopio temporario.

Las áreas en donde se estén desarrollando los trabajos de radiografiado, estarán cerradas para evitar la entrada y debidamente señalizadas con letreros que adviertan que hay actividad radiográfica en el área. Todas las entradas y salidas se bloquearán y se colocarán letreros de advertencias en las áreas que estén con barreras.

Los materiales producto de los ensayos radiográficos de las soldaduras de la tubería, compuestos por soluciones y fijadores, se manipularán en laboratorio, tomándose los recaudos pertinentes para evitar fugas al medio ambiente, y principalmente la contaminación de cuerpos de agua.

Los productos agotados (revelador / fijador) serán almacenados en contenedores estancos, numerados y rotulados, sobre suelos revestidos (Poliétileno u otros) y contenido entre bermas o bandejas para evitar posibles derrames por rotura o volcamiento de los mismos.

Los papeles plomados estarán almacenados en contenedores estancos numerados y rotulados. En ningún momento los papeles plomados se mezclarán con los residuos comunes.

2.4.4.2.7 Bajada y tapada

Una vez soldada la tubería y recubiertas las juntas circunferenciales se procede a la fase de bajada y posterior tapada.

La cañería se acomodará, levantará y bajará a la zanja por medio de tiende-tubos, que tendrán un sistema de correas de bajada diseñados para prevenir daños en la cañería o su revestimiento.

La zanja tendrá la profundidad necesaria para alcanzar la cobertura especificada de la tubería, según el sector del trazado, de acuerdo con los documentos del Proyecto, y un ancho que asegure el espacio suficiente entre paredes, para permitir la instalación de la cañería con facilidad sobre el fondo evitando que ésta sufra roces con los paramentos de la zanja.

La zanja deberá estar libre de escombros, piedras grandes y raíces, varillas de soldadura, tacos u objetos que puedan causar daño a la tubería y su revestimiento durante la maniobra de bajada.

El relleno será realizado cuanto antes después de efectuar la bajada. Al retornar a la zanja en su disposición original el suelo extraído previamente durante la excavación, se efectuarán las medidas necesarias para contribuir a lograr una rápida re-vegetación natural, disminuyéndose el riesgo erosivo que puede afectar la tubería. Finalmente, se restaurará la pista a los contornos originales, restaurando igualmente los canales naturales de drenaje como cárcavas o escurrimientos temporales.

2.4.4.2.8 Pruebas hidráulicas

Las pruebas de presión de la línea de agua del concentrado y acueducto tienen como objeto verificar que la tubería soporte adecuadamente las presiones para las cuales fue diseñada. La prueba se realiza una vez bajada y tapada la tubería y consiste en llenar una sección de tubería con agua y someterla a presión hasta alcanzar los valores mínimos según normas.

Luego de completar la prueba, el agua podrá ser bombeada al segmento siguiente para realizar otra prueba. Las bombas de agua se ubicarán en áreas seguras y con bandejas de contención de hidrocarburos. Las bombas de llenado y presión, al igual que el estanque de combustible, serán dispuestas en terreno impermeabilizado, mediante el uso de polietileno u otros elementos

similares, levantando los bordes (bermas a los costados) para evitar derrames sobre el suelo. Este pretil impermeabilizado, deberá tener capacidad para retener la totalidad del volumen de combustible contenido en las bombas y especialmente en el estanque de combustible, sin riesgo de rebalse.

Si hubiera derrame de combustible dentro de la pileta impermeabilizada, se lo extraerá en recipientes estancos, utilizándose polvo absorbente para maximizar la remoción del material contaminante.

La descarga del agua hacia cursos de agua se hará en sectores que cuenten con aprobación ambiental por parte de las autoridades competentes y de acuerdo a la regulación ambiental vigente. El agua de prueba hidráulica será descargada contra una placa de impacto (cuenco de amortiguamiento) u otro dispositivo de dispersión para disminuir la velocidad de descarga, dispersar el flujo y así minimizar la erosión. Se direccionará la salida de agua, en la medida de lo posible, efectuando la despresurización dentro de la zanja y/o se dispondrá algún dispositivo de disipación de energía, para evitar la erosión del cauce. El agua eliminada no podrá ir en forma directa a cursos de agua. Cuando la evacuación del agua se haga sobre un curso de agua, (arroyo, lago, río, etc.) se filtrará el agua mediante filtros de geotextil o similar, de manera tal de reducir la turbiedad a niveles aceptables conforme las características de calidad, uso e hidráulicas del curso. La descarga del agua hacia cursos de agua, se hará en cumplimiento del D.S. Nº 90/2000 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia que establece Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes asociados a las descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales.

En caso de vaciar la cañería hacia el suelo y con el fin de minimizar erosiones, en el lugar donde se produzca el desagüe se colocarán tacos de madera y encima polietileno en una superficie que abarque el chorro de agua que se desagote. Se controlará el vaciado para no causar inundaciones en zonas adyacentes. En todos los casos el agua no deberá estar contaminada.

Respecto al secado, si se realiza en zonas aledañas a ríos, arroyos, se evitará contaminar el aire con partículas que se desprendan de esta actividad. Para ello, de ser necesario, se colocarán dispositivos que retengan estas partículas, por ejemplo una malla de geotextil.

2.4.4.2.9 Recomposición final

Luego de la construcción, todos los restos de construcción serán retirados de las áreas ocupadas por instalaciones, campamentos temporales, etc. Las áreas serán restauradas a su forma original dentro de lo técnicamente viable, copiando lo más semejante posible la topografía existente en cada lugar antes de la construcción, salvo aquellos casos en que el propietario del terreno haya solicitado expresamente lo contrario al momento del convenio de uso.

Durante los trabajos, y en donde las condiciones lo permitan, se propiciará la revegetación natural en las zonas afectadas por la construcción. Para tal efecto, se repondrá la capa superior orgánica del suelo en beneficio de la revegetación del estrato herbáceo. Dentro de las posibilidades, se mezclará suelo fértil con restos vegetales (despunte o ramas trituradas) sobrantes de la apertura de pista.

Se restaurarán alambrados, tranqueras, guarda ganados, caminos laterales, salidas, acequias, cercos, caminos rurales y toda otra obra menor por donde la pista haya pasado. Se sacarán todas las estructuras utilizadas para realizar accesos (puentes) temporarios, salvo que se haya solicitado expresamente lo contrario por algún propietario en el permiso de servidumbre.

Todo material resultante del movimiento de suelos debe ser redistribuido de manera tal de que no haya embancamientos o depresiones diferenciales. Además, los accesos temporales que se hayan realizado para el paso de las máquinas o vehículos, deberán removerse y reconstituir el área lo más semejante posible al estado original.

Todo desecho de combustibles, grasas y aceites, y toda otra sustancia no inocua, será recolectado selectivamente a los efectos de efectuar su disposición final idónea y acorde a las normativas medio ambientales vigentes.

En lo que respecta a obradores, campamentos, y plantas de hormigonado se limpiará la zona retirando la totalidad de residuos existentes. Donde se hayan construido baños, se vaciarán los pozos, se neutralizarán con cal, se tapanán con tierra y se compactará el suelo donde fue realizado el pozo. Finalmente, se escarificará el suelo.

2.4.4.3 Actividades de Construcción de los Cruces de Cauces

Los ductos se instalarán enterrados bajo el lecho de los cursos de agua y se diseñará verificando la flotabilidad de la tubería, evaluando el efecto boyante en el ancho de inundación de la crecida, y chequeando que las condiciones de presión, temperatura y cargas de tierra en la tubería produzcan tensiones dentro de los rangos admisibles. Finalmente para darle un grado de mayor seguridad, la tubería se recubrirá la tubería mediante gunitado de hormigón, reforzado con una malla electrosoldada. Estas protecciones buscan el resguardo de la integridad de la tubería durante eventos de crecidas.

El cruce se construirá en conformidad con los planos y especificaciones de construcción del proyecto, además de los requisitos que exija la autoridad gubernamental u otra que tenga jurisdicción en el tema.

Se evitará por todos los medios provocar interrupciones al flujo normal de agua (si existiera) durante la construcción u obstruir el sistema de drenaje del cauce intervenido.

Salvo casos particulares, la excavación de la zanja en el cauce se realizará de manera inmediata anterior a la instalación de la cañería para minimizar el tiempo de intervención en el cauce.

En general las actividades de instalación y construcción comprenderán:

- Limpieza y preparación del terreno.
- Nivelación de la zona de trabajo dentro de la servidumbre.
- Desviación parcial del cauce.
- Colocación de sistemas provisorios de protección, para desviación del flujo.
- Realización del Zanjeo.
- Transporte y desfile de la tubería.
- Inspección de las soldaduras.
- Revestimientos de uniones soldadas (Colocación Mantas Termocontraíbles).
- Bajada de la tubería.
- Prueba de presión hidráulica.
- Tapada de la zanja sobre la clave de la tubería.
- Restablecimiento de la dirección original del cauce.
- Recomposición final (reposición obras intervenidas, limpieza y restauración).
- Instalación de señalética.

Posteriormente a la ejecución del cruce, se procederá a la recomposición final del sitio. Este trabajo comprende la ejecución de todas las tareas necesarias para recomponer la zona de obra que ha sido alterada por el paso de vehículos y equipos, movimientos de suelo, acopio de material, etc. Estas tareas tienen por objeto restaurar el sector a las condiciones iniciales del cauce, retirando todos los elementos de desviación de aguas utilizados durante la obra.

Se deberá realizar una limpieza de la zona retirando todo elemento extraño y residuos producto de las obras, se deberá reconformar superficialmente el terreno de modo que no queden ondulaciones, depresiones, cambios bruscos de pendiente, más allá de los indicados en los planos, para ello se rellenará donde sea necesario y se emparejará donde hayan quedado montículos.

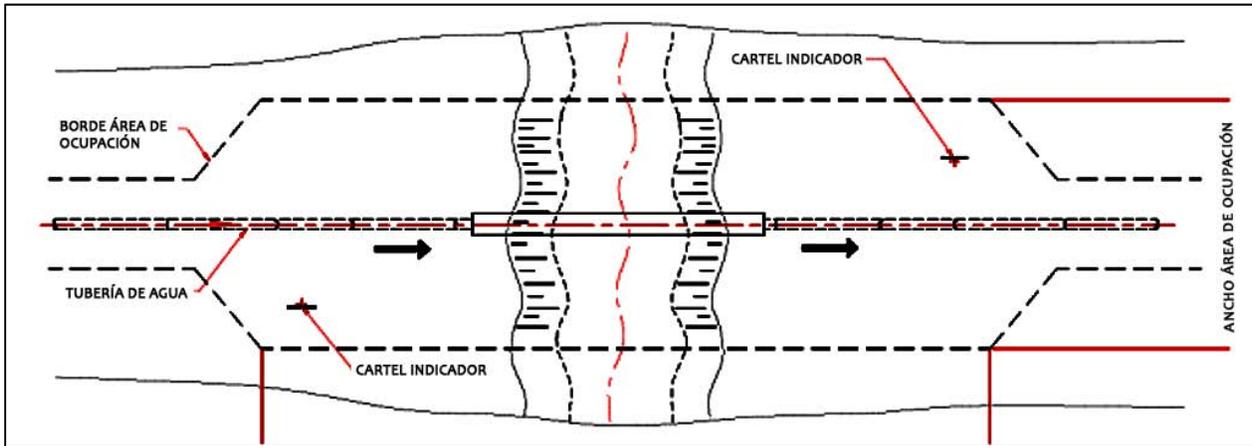
En toda la zona, a excepción de las áreas del cauce desprovistas de vegetación, se prevé la colocación del suelo vegetal removido durante las tareas de excavación, acopiado en forma separada del resto del material excavado.

Se nivelarán los márgenes del curso de agua y llevarán lo más semejante posible a su estado original, respetando el ancho del curso. No quedarán bordes, producto de la construcción de las obras, sobre el lecho del curso de agua.

El lecho del curso de agua debe ser reconstituido lo más semejante posible a su estado original, evitándose la disposición diferencial de material por encima del nivel, al igual que la presencia en un sector más hondo.

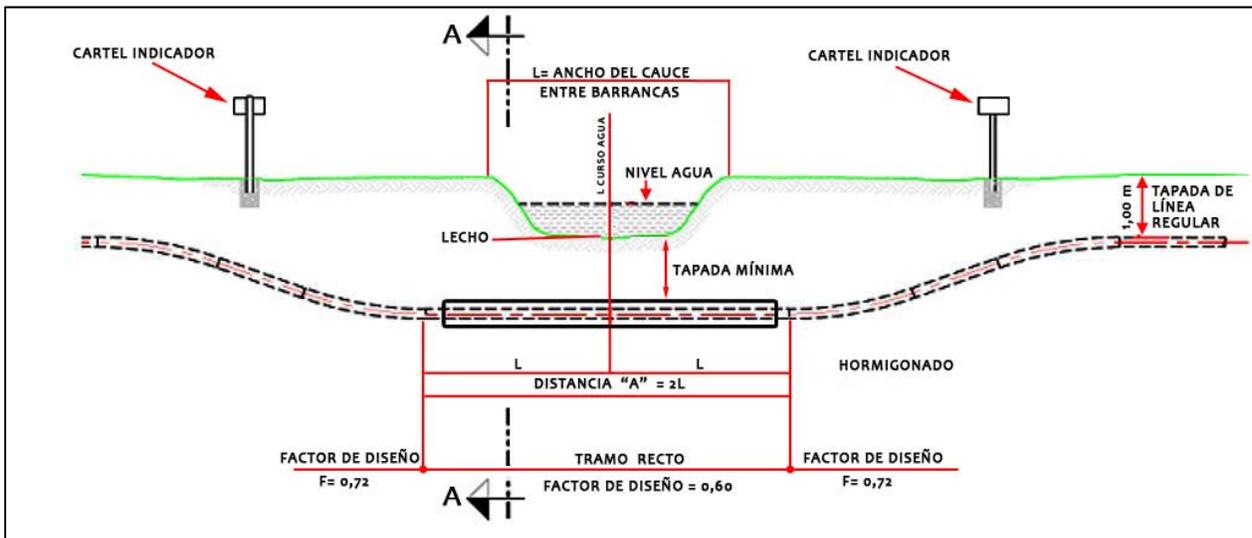
Se evitarán cambios topográficos en el curso de agua y sus márgenes, tal que pudiera bloquearse el flujo hídrico y generarse afectaciones al drenaje e impactos consecuentes de ello. Los cruces de cauces de cursos de agua se harán según se muestra los siguientes planos tipo:

Figura 2-29. Cruce Tipo de Cursos de Agua Menor



Fuente: TECHINT-BRASS, 2011.

Figura 2-30. Sección Cruce de Cursos de Agua Menor



Fuente: TECHINT-BRASS, 2011.

Es preciso señalar algunas actividades respecto del hormigonado de la tubería en los cruces de cauce. Por debajo y a lo largo del tramo a hormigonar, se colocará una membrana de polietileno para evitar que el material de la mezcla se derrame al suelo.

Respecto al lavado de la hormigonera, el líquido residual del lavado de equipo de hormigonado no se descargará en cursos de aguas superficiales. Este líquido residual podrá descargarse en piletones de lavado, los que tendrán el suelo y las paredes impermeabilizadas con polietileno tipo agropol si es necesario en función de las características del hormigón, para luego retirar el material hacia lugares de disposición autorizados.

Luego de finalizadas las actividades de hormigonado, deberá restaurarse el lugar utilizado para piletones retirando todos los restos de hormigón, basura, restos de mallas metálicas, que pudieran haber quedado. El polietileno utilizado para proteger los tramos ya hormigonados, las bolsas de cemento vacías y escombros podrán disponerse como residuos asimilables a domiciliarios.

2.4.4.4 Actividades de Construcción de Obras Anexas

Los trabajos a realizar en las estaciones de bombeo e instalaciones intermedias, consisten en la instalación y montaje de la infraestructura y equipamiento asociado. La construcción de las obras incluye entre otras, las siguientes actividades:

- Movimientos de suelos y obras de drenaje y desvío de aguas de lluvia temporales.
- Rellenos y compactación
- Malla de tierra y canalizaciones subterráneas
- Excavación
- Hormigonado de fundaciones
- Construcción de losas y plataformas
- Montaje de equipos mecánicos, válvulas y tuberías.
- Montaje de estructuras metálicas y cerramientos
- Montaje de instrumentación y cableados
- Cierre perimetral, cartelería y recomposición final.

La construcción de las piscinas se realizará sobre terreno natural debidamente compactado. En las piscinas de emergencia se considera además, la aplicación de una capa de material granular fino (arena) y sobre éste se colocará una lámina de polietileno de alta densidad (HDPE) que impermeabilizará el terreno.

2.4.5 **Plan Integral de Manejo de Aguas**

2.4.5.1 Actividades de Construcción Obras Sector Piedra Pómez

El método constructivo del campo de pozos de Piedra Pómez no presenta modificaciones en relación a lo presentado en el proyecto original aprobado mediante RCA N°14/02.

2.4.5.2 Actividades de Construcción Obras Sector Cuenca Río Nevado

Las actividades de construcción de las obras e instalaciones en el sector Cuenca Río Nevado se realizarán con el cuidado de prevenir la afectación de la calidad de las aguas del área de influencia, según lo descrito en el Plan de Manejo de Aguas de la Fase de Construcción, el cual se presenta en el Anexo 2-F.

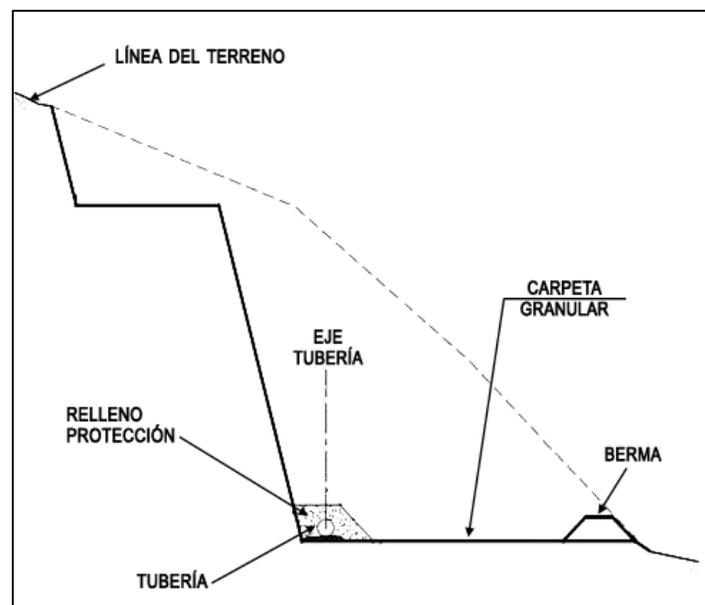
Adicionalmente, dentro del Anexo 2-F, se describe el plan de seguimiento de aguas superficiales y subterráneas, cuyo objetivo es verificar que la calidad de las aguas del río Nevado se mantiene dentro de los rangos de línea base durante la fase de construcción, y al mismo tiempo alertar sobre eventuales variaciones que hagan necesario adoptar medidas de control.

A continuación se describen las actividades de construcción de las obras e instalaciones del Plan Integral de Manejo de Aguas en el sector Cuenca Río Nevado.

2.4.5.2.1 *Tubería de Desvío y Canales de Contorno*

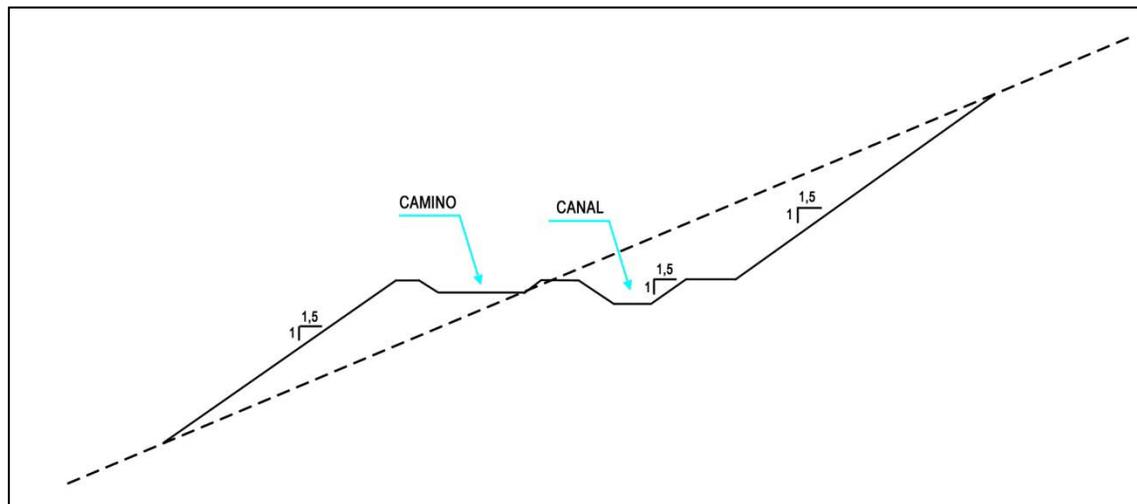
La fase de construcción de la tubería de desvío y los canales de contorno se asocia principalmente a la construcción de las plataformas en donde se ubicarán estas obras. La Figura 2-31 muestra una sección tipo de la plataforma de la tubería de desvío ubicada arriba del depósito de relaves.

Figura 2-31. Sección Tipo de la Plataforma de la Tubería de Desvío



Fuente: CMC, 2011.

La Figura 2-32 muestra la sección tipo de un canal de contorno.

Figura 2-32. Sección Tipo Canal de Contorno

Fuente: CMC, 2011.

Las actividades de construcción en común para ambas obras son principalmente las siguientes:

- Movilización y traslado de equipos, materiales y recursos humanos.
- Movimiento de maquinarias y equipos;
- Movimiento de tierras, excavaciones y remoción del terreno;
- Relleno, compactación y nivelación del terreno;

En específico para la plataforma de la tubería de desvío, los movimientos de tierra, excavaciones y rellenos son los siguientes:

- Excavación de plataforma en material común
- Excavación de plataforma en roca con explosivo
- Relleno de la carpeta con material granular
- Relleno de la berma con material común
- Relleno de protección de la tubería con material común

La construcción de las obras de intercepción de aguas sub-superficiales requiere de las siguientes actividades de construcción:

- Excavaciones de la zanja de captación de aguas sub-superficiales
- Rellenos de material de drenaje seleccionado
- Instalación de tuberías y geomembranas
- Inyecciones en roca basal

Por su parte, la construcción de la obra de intercepción de aguas superficiales y desarenador requiere de excavaciones, instalación de tuberías y construcción de las obras de intercepción y desarenadores con hormigón armado.

La construcción de los muros de control de avenidas de detritos requiere el armado de los gaviones usando mallas de alambre y piedras. Posteriormente los gaviones se colocarán según lo proyectado.

2.4.5.2.2 *Sistemas de drenaje*

Las actividades de construcción de los drenes, en general, son las siguientes:

- Excavación de zanja
- Relleno de la zanja con material granular

En el caso del sistema de drenaje del depósito de relaves de limpieza, la construcción de los drenes se debe realizar en concordancia con las etapas de instalación del sistema de revestimiento de la cubeta.

Para el dren principal bajo el botadero de estériles, se requiere previamente la depresión de la napa freática. Esto se realiza mediante la instalación de un sistema de bombeo para cambiar el flujo del agua subterránea y de esta forma permitir la construcción del dren.

2.4.5.2.3 *Sistema de control de infiltraciones*

Las actividades de construcción de las obras del sistema de control de infiltraciones, en general, son las siguientes:

- Movilización y traslado de equipos, materiales y recursos humanos.
- Movimiento de maquinarias y equipos;
- Movimiento de tierras, excavaciones y remoción del terreno
- Relleno, compactación y nivelación del terreno
- Perforación y habilitación de pozos
- Instalación y montaje tuberías, bombas y revestimiento de piscinas
- Construcción de la planta de osmosis inversa río Nevado; y
- Construcción del muro corta fugas

Las principales actividades en la construcción del muro cortafuga son las siguientes:

- Depresión de la napa freática, mediante la instalación de un sistema de bombeo para deprimir el nivel de agua subterránea.
- Excavación de una zanja extendida a todo lo ancho del valle hasta penetrar la roca basal.
- Estabilización de las paredes de la zanja durante la ejecución de la excavación y hasta el término de los rellenos con hormigón.
- Control del fondo de la excavación a fin de asegurar que ésta ha penetrado en la roca.
- Limpieza del fondo de la excavación para eliminar sedimentos, residuos de perforación u otros materiales inaceptables.

- Colocación del hormigón dentro de la zanja. El hormigonado se hará en forma continua, sin interrupciones, hasta la cota de coronamiento del muro. El hormigón deberá presentar una baja permeabilidad y propiedades elásticas similares a las de terreno. Por otro lado, tendrá características de resistencia a la agresión de las aguas de contacto.

Las inyecciones de lechada se consideran en la parte inferior de la pared moldeada, y son realizadas a presión con el objetivo de sellar grietas y fallas en la roca.

2.4.5.2.4 Acueducto La Gallina

Las actividades de construcción son principalmente las siguientes:

- Movilización y traslado de equipos, materiales y recursos humanos.
- Movimientos de tierra
- Instalación y montaje de tuberías del acueducto en zanja
- Relleno, compactación y nivelación del terreno
- Construcción de estaciones de bombeo y montaje del estanque de transferencia

Para tender la cañería se utilizará el camino existente a lo largo de su trazado. El camino se ampliará y mejorará de acuerdo a lo requerido (aproximadamente 8 m). Los caminos se mantendrán durante todo el período de construcción y operación del acueducto La Gallina, con una motoniveladora, rodillo compactador y camión aljibe. Los materiales se acopiarán en la instalación de faena y se trasladarán a los frentes de trabajo cuando éstos sean requeridos.

A continuación se describe cada una de las principales actividades de construcción:

Movimientos de Tierra

Las excavaciones se realizarán mediante equipos especialmente diseñados para esta labor, excavadoras o retroexcavadoras, dependiendo de los volúmenes a excavar. El material se colocará a una distancia tal de la excavación que permita trabajar con seguridad en el montaje de cañería. Se estima un volumen de movimiento de tierras de aproximadamente 7.293 m³.

Para la base de la cañería se colocará una capa de arena, la cual será provista desde los empréstitos del Proyecto y transportada por medio de camiones tolva.

Una vez instalada y probada la línea se procederá a rellenar la zanja con el mismo material proveniente de la excavación. Para el tramo desde el punto de extracción hasta el estanque de transferencia, está previsto colocar un montículo de tierra compactada.

Instalación y montaje de tuberías del acueducto en la zanja

Los tramos en zanja son 2, la que va desde el estanque de transferencia al campamento y del estanque de transferencia a la planta de procesamiento. El tramo desde el punto de extracción hasta el estanque de transferencia es a nivel de piso.

La cañería de ambos tramos en zanja, se soldará en la superficie en un largo apropiado de acuerdo a las características del terreno para montarla dentro de la zanja. De acuerdo con ese largo se ocuparán 2 o más equipos de levante, grúas y/o excavadoras, para desplazarla dentro de la zanja (una retendrá y el otro u otros realizaran el montaje).

Construcción de estaciones de bombeo y montaje del estanque de transferencia

Una vez replanteadas las fundaciones de las estaciones de bombeo, se procederá a su excavación para posteriormente ejecutar el emplantillado, colocación de armaduras, moldaje, insertos y/o pernos de anclaje y posterior hormigón.

Las bombas se montarán sobre la fundación mediante una grúa, para posteriormente nivelarlas y realizar el montaje de las cañerías que unen estas con el estanque.

Una vez ejecutada la fundación se procederá a montar el estanque por medio de una grúa. Posteriormente se procederá a realizar las conexiones de cañería y la instrumentación.

2.4.5.3 Actividades de Construcción Obras Sector Punta Padrones

Las actividades de construcción de la planta de osmosis inversa Punta Padrones, las tuberías de agua tratada y agua de rechazo y de las piscinas de almacenamiento temporal, son en general las siguientes:

- Movilización y traslado de equipos, materiales y recursos humanos.
- Movimiento de maquinarias y equipos;
- Movimiento de tierras, excavaciones y remoción del terreno;
- Relleno, compactación y nivelación del terreno;
- Construcción de fundaciones;
- Instalación y montaje de estructuras; e
- Instalación y montaje de tuberías, bombas y revestimiento.

La construcción de la planta de osmosis inversa Punta Padrones requiere de excavaciones en una cantidad aproximada de 2.230 m³ y material de relleno estimado en 1.915 m³.

La construcción de las tuberías de agua tratada y agua de rechazo requiere de excavaciones en una cantidad aproximada de 4.000 m³, material de relleno estimado en 3.200 m³ y arena estimada en 500 m³.

La construcción de las piscinas de almacenamiento temporal requiere de excavaciones en una cantidad aproximada de 35.000 m³, material de relleno estimado en 20.000 m³ y arena estimada en 5.000 m³. Además requiere de aproximadamente 10.000 m² de membrana HDPE.

2.4.6 Optimización de Gestión de Tránsito

2.4.6.1 Actividades de Construcción y Funcionamiento del Patio de Estacionamiento

El patio funcionará durante las fases de construcción y operación del Proyecto con el propósito de proporcionar espacio para el control y estacionamiento de camiones que viajan al sector de la planta de procesamiento. El sitio permitirá en caso de mal tiempo o ante cualquier otra razón que los camiones permanezcan estacionados hasta terminado el inconveniente.

Las actividades de construcción involucran:

- Movilización y traslado de equipos, materiales y recursos humanos.
- Movimiento de maquinarias y equipos;
- Movimiento de tierras, excavaciones y remoción del terreno;
- Relleno, compactación y nivelación del terreno;
- Construcción de fundaciones; y
- Instalación y montaje de estructuras (garita de control, oficinas y servicios).

El funcionamiento del patio de estacionamiento a partir de la fase de construcción del proyecto considera las siguientes actividades que se conservarán durante la fase de operación:

- Control de tiempo de viaje (subida y regreso).
- Verificación de condiciones del vehículo y transporte de elementos de Protección Personal y Operación de Invierno.
- Control documental: guías de despacho; autorizaciones para manejar, de subida del vehículo, confirmación de permisos de manejar.
- Aviso de emergencia y comunicación con oficinas Copiapó, garitas de control intermedio y garita de control principal en Casale.
- Control de alcohol, droga y otros controles especiales en garita de control principal en Casale.
- Estacionamiento de emergencia para los remolques en el evento que se cierre el camino.

2.4.7 Insumos

2.4.7.1 Energía Eléctrica

El mayor consumo de energía asociado a la construcción de las obras del Sector Cuenca Río Nevado alcanza un valor global aproximado de 6 MW, para lo cual se utilizarán generadores portátiles durante los primeros meses de construcción en espera de la conexión a la fuente de alimentación definitiva al sistema interconectado central (SIC).

Respecto a la construcción en Piedra Pómez, de líneas de alta tensión, ductos y patio de estacionamiento se estima un consumo de 2 MW que será suministrado por equipos generadores.

Específicamente para la construcción en el Sector Punta Padrones se estima un consumo de 500 kW que será suministrado por equipos generadores o por conexión directa al SIC.

2.4.7.2 Agua

La fuente de agua para esta fase provendrá principalmente del río La Gallina, donde CMC es titular de derechos de aprovechamiento de aguas superficiales por 52 l/s, entendiéndose dicho caudal como el máximo consumo estimado. Específicamente para el consumo de agua potable, el agua será tratada en la planta de osmosis inversa localizada en el campamento Casale, aprobada por la COREMA Región de Atacama mediante Resolución Exenta N° 14/02.

Previo al funcionamiento del acueducto La Gallina, el agua será transportada por camiones desde el punto de captación y/o desde el suministro de agua potable en centros poblados al Sector Cuenca Río Nevado y de ser requerido continuará siendo transportada durante su operación. Para estos efectos se prevé el uso de un máximo de 5 camiones aljibes.

Para la construcción del campo de pozos de Piedra Pómez, de las líneas de alta tensión, de los ductos y del patio de estacionamiento, el agua de consumo será transportado por camiones desde Copiapó o desde el sector Cuenca Río Nevado hasta los diferentes frentes de trabajo y a los campamentos temporales.

Específicamente para la construcción del Sector Punta Padrones, el abastecimiento de agua se realizará mediante la red de agua potable existente de la comuna de Caldera.

Una estimación del consumo de agua industrial y potable para cada una de las obras mencionadas anteriormente se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 2-46. Consumo Estimado de Agua Durante la Fase de Construcción

Sector u obra	Consumo de agua potable	Consumo de agua industrial
Sector Cuenca Río Nevado previo al funcionamiento del acueducto La Gallina	35.000 m ³	370.000 m ³
Sector Cuenca Río Nevado con acueducto La Gallina	905.000 m ³	3.650.000 m ³
Campo de pozos de Piedra Pómez	2.000 m ³	5.000 m ³
LAT La Coipa-Piedra Pómez	1.450 m ³	550 m ³
LAT Cardones-Cuenca Río Nevado	3.000 m ³	1.200 m ³
Acueducto Piedra Pómez	2.000 m ³	9.000 m ³
Concentraducto	3.000 m ³	11.000 m ³
Sector punta Padrones	180 m ³	11.000 m ³

Fuente: CMC, 2011.

2.4.7.3 Combustibles y Lubricantes

El combustible y los lubricantes requeridos durante la fase de construcción, serán suministrados por proveedores externos autorizados que tendrán a su cargo el transporte de estos insumos al Sector Cuenca Río Nevado y al Sector Punta Padrones para su distribución.

En el Sector Cuenca Río Nevado, el consumo global actualizado durante la Fase de Construcción de combustible diesel asciende aproximadamente a un total 250.000 m³ y el consumo de lubricantes es de aproximadamente 5.200 m³. Específicamente en el Sector Punta Padrones el consumo aproximado de combustible asciende a 200 m³ y el consumo de lubricantes a 6 m³.

El Proyecto no contempla nuevas instalaciones de almacenamiento y distribución de combustibles respecto de las informadas y aprobadas mediante RCA N°14/02. No obstante, todos los estanques de almacenamiento cumplirán con los requerimientos establecidos por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC).

2.4.7.4 Materiales e Insumos

Durante la fase de construcción se requerirán materiales de construcción (hormigón, acero, explosivos, entre otros) y equipos. Las tablas siguientes presentan a modo de actualización y de manera global, los requerimientos aproximados de las principales obras y actividades del Proyecto durante toda la fase de construcción.

Tabla 2-47. Peso de Equipos, Materiales e Insumos Estimados en Sector Cuenca Río Nevado en Fase de Construcción

Insumos Estimados
Equipos (17.000 ton)
Motores
Chancador Primario
Chancador de cono secundario
Chancador terciario de rodillo de alta presión (HPGRs)
Ciclones
Filtros de prensa
Celdas de flotación
Molino de bolas
Molinos de remolienda
Harneros secos
Harneros húmedos
Espesadores
Bombas para ductos
Material a granel (85.000 ton)

Insumos Estimados
Revestimiento, estructuras, techos
Tubos de metal corrugado
Geosintéticos y accesorios
Cable de línea
Cable de fibra óptica
Cable de instrumentación
Tubos de acero de carbono
Tubos de acero inoxidable
Tuberías HDPE
Estructuras de acero
Refuerzo de acero
Cables de media tensión
Geomembrana / geotextil
Equipamiento eléctrico (1.500 ton)
Sistema contra incendios
Motores de baja y media tensión
Subestaciones
Transformadores de potencia
Instrumentación (6 ton)
Analizador de cianuro
Analizador de tamaño de partículas
Equipamiento Mecánico (4.000 ton)
Agitadores
Compresores de aire
Interruptores
Sistema de colectores de polvo (lavador de gases incluyendo los conductos)
Puertas eléctricas verticales - taller de camiones
Alimentadores
Correas transportadoras e imanes
Sistemas de climatización
Quemadores de azufre
Clarificadores
Reactivos y suministros (410.000 ton)
Emulsión a granel
Nitrato de amonio
Neumáticos
Bischofita
Medios de molienda

Insumos Estimados
Concreto
Elementos de perforación

Fuente: CMC, 2011.

Tabla 2-48. Insumos Estimados de Ductos y Piedra Pómez en Fase de Construcción

Materiales e insumos	Unidad	Cantidad Acueducto	Cantidad Concentraducto	Cantidad Piedra Pómez
Ductos	m	123.000	232.000	45.000
Conductores	ton	30	50	15
Obras anexas y equipos	ton	250	350	30
Ferretería y accesorios	ton	40	50	5
Acero	ton	350	550	10
Moldajes	ton	40	50	8
Arena	m ³	70	130	50
Grava	m ³	60	90	40
Cemento	ton	12	18	4

Fuente: CMC, 2011.

Tabla 2-49. Insumos Estimados del Sector Punta Padrones en Fase de Construcción

Insumo	Unidad	Ton
Refuerzos de acero	ton	400
Acero estructural	ton	1.700
Concreto	ton	13.200
Metales incrustados	ton	120
Estanques	ton	200
Correas transportadoras	ton	1.350
Espesadores	ton	400
Filtros	ton	250
Floculantes	ton	520

Fuente: CMC, 2011.

Tabla 2-50. Insumos Estimados de las LATs en Fase de Construcción

Insumo	Unidad	Cantidad LAT Cardones-Cuenca Río Nevado	Cantidad LAT La Coipa-Piedra Pómez
Estructuras metálicas	ton	10.000	2.200
Conductores	ton	2.000	410
Aisladores	ton	61.100	9.700
Ferretería y accesorios	ton	150	80
Acero	ton	690	350
Moldajes	m ²	14.100	7.000
Arena	m ³	3.400	1.700
Grava	m ³	4.200	2.100
Cemento	Bolsa	41.000	20.000

Fuente: CMC, 2011.

2.4.7.5 Equipos y Maquinaria

A continuación a modo de actualización global del proyecto original se indican los tipos y cantidades de equipos móviles y maquinaria proyectados a utilizar de manera global durante la fase de construcción del Proyecto:

Tabla 2-51. Estimación Actualizada de Equipos y Maquinarias Durante la Fase de Construcción.

Equipos	Cantidad
Palas	4
Camiones Mineros	46
Perforadoras	12
Tractores de Cadenas	11
Bulldozers	4
Camiones Aljibe	4
Excavadora	4
Grúas	107
Camiones Remolque	1
Camiones Mecánicos	8
Camiones para neumáticos	2
Camiones con plataforma	2
Camiones con Plataformas de elevación	2
Controlador de neumáticos	2
Montacargas	4

Equipos	Cantidad
Plataformas de elevación humana	187
Camionetas	46
Retroexcavadora	31
Generadores de luz (incorpora fuente de luz propia)	31
Trituradora de roca	2
Monta Carga	2
Trailer	65
Pulidora de perforadoras	3
Compresores de aire	7
Soldador portátil	7
Lavadora portátil a presión	7
Plantas chancadoras	3
Plantas seleccionadoras	8
Camiones tolva	220
Cargadoras	25
Excavadoras	46
Bulldozers	37
Rodillo 10 tn	23
Retro excavadora 4x4	13
Camiones articulados	5
Camiones aljibe 20 m ³	24
Moto niveladora	20
Bobcat	8
Camionetas	271
Generadores eléctricos	101
Compresores de aire	28
Soldadoras	108
Tractores	26

Fuente: CMC, 2011.

2.4.8 Flujo y Transporte

El flujo y transporte de vehículos realizarán recorridos diferentes dependiendo del destino asociado a la obra a construir; Sector Cuenca Río Nevado, Acueducto y Campo de Pozos Piedra Pómez, LAT Cardones – Cuenca Río Nevado y LAT La Coipa – Piedra Pómez, Concentraducto y Sector Punta Padrones.

El transporte durante la fase de construcción se llevará a cabo durante las 24 horas del día para camiones y buses y para los vehículos livianos (camionetas) se considerará una distribución de

un 75% en el día y 25% de noche. Cabe señalar que el transporte de camiones y buses próximo a Copiapó se restringirá durante las horas de máximo tránsito vehicular (considerando mañana y tarde) entre las 7:00 y 9:00 horas y entre las 18:00 y 20:00 horas respectivamente.

La conducción vehicular para el transporte de insumos del Proyecto se registrará en base a lo detallado en el Manual de Conducción presentado en el Anexo 2-G.

Cabe señalar que los flujos estimados que a continuación se presentan, se asocian a la construcción específica de las obras indicadas y no necesariamente a un destino en particular permitiendo tener para diferentes obras un destino común.

Los flujos asociados a cada una de las obras mencionadas se presentan a continuación:

2.4.8.1 Sector Cuenca Río Nevado

El flujo de vehículos desde y hacia el Sector Cuenca Río Nevado durante la fase de construcción se divide en transporte de los bienes de capital en camión, el transporte de personal en buses, y los vehículos medianos y livianos. La ruta para acceder a las obras del Sector Cuenca Río Nevado utilizará las siguientes vías: Ruta 5, C-411, C-35, C-401, C-503, C-459, C-359 y 33-CH.

Los Flujos de Vehículos aproximado con destino a la construcción de obras del Sector Cuenca Río Nevado se presentan en Tabla 2-52.

Tabla 2-52. Flujos Máximos Estimados de Vehículos con Destino a la Construcción de Obras del Sector Cuenca Río Nevado

Tipo de vehículo	Número de viaje/día (sólo ida)
Buses	100
Camiones	30
Vehículos medianos y livianos	70

Fuente: CMC, 2011.

2.4.8.2 Acueducto y Piedra Pómez

Los insumos con destino a Piedra Pómez se trasladarán a través de las rutas C-13 que sigue el valle del Río Salado pasando por las localidades de El Salado, Diego de Almagro, Llanta, para continuar por la ruta C-163 que conecta Llanta con el Salar de Pedernales para finalmente, se conectarse con la ruta 31-CH.

Otra forma de llegar a Piedra Pómez es a través de la Ruta C-17 desde Copiapó y Tierra Amarilla, hasta llegar a la localidad de Diego de Almagro y continuar a través de las rutas descritas en el párrafo anterior.

Por último, se puede llegar a Piedra Pómez desde Copiapó a través de la ruta 31-CH que se desarrolla por la Quebrada de Paipote, Quebrada San Andrés y Quebrada Cerros Bayos hasta alcanzar el Salar de Maricunga, para desde allí continuar hasta el Paso Fronterizo San Francisco que conecta Chile con la República de Argentina.

El flujo a través de estos caminos con destino a Piedra Pómez y las obras relacionadas al acueducto desde Piedra Pómez se presenta en la Tabla 2-53:

Tabla 2-53. Flujos Máximos Estimados de Vehículos con Destino a la Construcción del Acueducto y Piedra Pómez

Tipo de vehículo	Número de viaje/día (sólo ida)
Buses	65
Camiones	50
Vehículos medianos y livianos	140

Fuente: CMC, 2011.

2.4.8.3 LATs

Los insumos destinados a la construcción de la Línea de alta tensión Cardones – Cuenca Río Nevado se trasladarán principalmente a través de las rutas indicadas para el Sector Cuenca Río Nevado y para la construcción de la Línea de Alta Tensión La Coipa – Piedra Pómez utilizarán principalmente las rutas mencionadas en el acueducto y Piedra Pómez. El tránsito de vehículos con destino a la construcción de las LATs se presenta a continuación:

Tabla 2-54. Flujos Máximos Estimados de Vehículos con Destino a la Construcción de la LAT Cardones – Cuenca Río Nevado

Tipo de vehículo	Número de viaje/día (sólo ida)
Camiones	25
Buses	25
Vehículos livianos	55

Fuente: CMC, 2011.

Tabla 2-55. Flujos Máximos Estimados de Vehículos con Destino a la Construcción de LAT La Coipa – Piedra Pómez

Tipo de vehículo	Número de viaje/día (sólo ida)
Buses	16
Camiones	6
Vehículos medianos y livianos	26

Fuente: CMC, 2011.

2.4.8.4 Concentraducto

Una descripción del tránsito de vehículos con destino a la construcción del concentraducto se presenta a continuación:

Tabla 2-56. Flujos Máximos Estimados de Vehículos con Destino a la Construcción del Concentraducto

Tipo de vehículo	Número de viaje/día* (sólo ida)
Buses	85
Camiones	6
Vehículos livianos	115

Fuente: CMC, 2011

*Se utilizarán 3 campamentos temporales descritos en la fase de construcción

El flujo de vehículos con carga y personal para las obras relacionadas con la cañería de transporte de concentrado se desarrollará por otros caminos distintos del acceso principal a Casale. En efecto, dependiendo de la sección, el transporte de insumos y personal se realizará por la Ruta 5 para cubrir los últimos 25 km a 30 km del trazado, en las inmediaciones de Caldera. Otros 50km podrán ser abordados desde la ruta C-351, en el sector de Cerro Negro.

Las rutas C-17, C-421, 31-CH, C-365, C-407 y otros caminos públicos sin rol permiten acceder a una sección de unos 90 km de longitud. Otra sección se puede abordar desde los caminos C-503, la Cuesta El Gato y el camino C-605. La parte alta, de unos 40 km de longitud se deberán abordar a través de un camino nuevo.

2.4.8.5 Sector Punta Padrones

Los Flujos de camiones con destino a la construcción de obras del Sector Punta Padrones se estima en aproximadamente 4 viajes de camiones diarios (viajes sólo ida). Para el transporte de insumos asociados a la construcción del acueducto se utilizará la red vial pública disponible (Ruta 5 y C-352 principalmente).

2.4.9 Manejo de Residuos, Emisiones y Descargas

2.4.9.1 Residuos Sólidos

Para la fase de construcción, los tipos de residuos sólidos que se generarán son principalmente residuos no peligrosos (domésticos e industriales no peligrosos), y en menor proporción también se generarán residuos peligrosos, provenientes, principalmente, del mantenimiento de equipos (aceites usados, grasas, filtros).

La estimación de la cantidad de residuos sólidos a generar en base a las optimizaciones mencionadas según grado de peligrosidad, se presenta en la Tabla 2-57.

Tabla 2-57. Proyección en la Generación de Residuos Sólidos en la fase de construcción

Residuos en la fase de construcción	Generación de Residuos Sólidos domiciliarios	Residuos Industriales No Peligrosos	Generación de residuos peligrosos
Años por etapa	4		
Volumen a disponer por año en m ³	20.000	13.070	690
Volumen a disponer por etapa en m ³	80.000	52.280	2.760

Fuente: CMC, 2011.

Dependiendo de la peligrosidad de los residuos, la disposición de éstos se realizará en contenedores debidamente señalizados. Los contenedores se compondrán principalmente de tambores, contenedores con tapas y sacos de alta capacidad, los que se encontrarán debidamente señalizados según la Norma Chilena 2190/of. 2003 y transportados a la bodega de almacenamiento de residuos peligrosos hasta su disposición final por una empresa autorizada.

Los residuos generados en la construcción del acueducto, concentraducto y líneas de transmisión eléctrica serán acumulados en contenedores debidamente identificados y serán transportados al relleno sanitario. Las áreas que se encuentren más lejos del relleno y más cerca de las comunidades usarán los rellenos autorizados de las localidades para la eliminación de residuos no peligrosos. Sin embargo, los residuos reciclables y los residuos peligrosos se gestionarán en las instalaciones de almacenamiento temporal.

- Residuos Sólidos Domésticos

Durante la fase de construcción del Proyecto se estima, en promedio, una generación de residuos sólidos domésticos de 11 ton/día; dichos residuos consisten principalmente en papeles, cartones, plásticos y envases.

En todos los sectores de oficinas y en las instalaciones de servicios de alimentación se habilitarán contenedores especialmente diseñados para contener residuos clasificados por tipo: papeles y cartones; plásticos; vidrios; latas; y orgánicos.

La recogida de los papeles y cartones; plásticos; vidrios; y latas será definida en función de las cantidades generadas, cuidando siempre que los contenedores no sean superados en su capacidad y su destino será el depósito de almacenamiento temporal de residuos reciclables y reutilizables.

La recogida de la fracción orgánica será diaria y su destino el relleno sanitario para residuos sólidos domiciliarios.

Los reciclables o reutilizables considerarán un registro de vehículos y la verificación de que la carga corresponda a reciclables o reutilizables, un registro de la cantidad de RSD ingresados al depósito de almacenamiento temporal de residuos reciclables y reutilizables, y una disposición de los residuos no reciclables o reutilizables en el relleno sanitario de residuos industriales no peligrosos.

Hasta que el relleno sanitario contemplado en el presente Proyecto se encuentre operativo, una empresa contratista retirará regularmente los contenedores de residuos y los transportará para su disposición final en sitio autorizado.

- Residuos Sólidos Industriales No Peligrosos

En el marco del manejo integral de residuos y de la aplicación de estrategias de jerarquización de éstos, será implementado un sistema de minimización consistente en almacenar temporalmente materiales reciclables (chatarra, madera, aceite usado entre otros) para su reutilización, venta o donación.

Los residuos industriales no peligrosos se dispondrán temporalmente en tolvas ubicadas en las zonas de construcción debidamente identificadas (mediante una etiqueta indicando el tipo de residuo y la fecha de su retiro), localizándose éstas en áreas demarcadas para tal efecto.

Durante la construcción del relleno sanitario de residuos industriales no peligrosos y hasta el comienzo de su operación, la disposición final de los residuos sólidos industriales no peligrosos, que no puedan ser comercializados se realizará en lugares que se encuentren autorizados y su transporte estará a cargo de terceros que cumplan con la normativa ambiental vigente.

Las cantidades de residuos industriales no peligrosos estimados a generar por cada tipo de residuo, en la fase de construcción, se presentan en la Tabla 2-58.

Tabla 2-58. Tipo y Cantidades Estimadas de RISES NP generados en la fase de construcción

Residuos	Volumen anual (m3/año)
Material Reciclable	9.400
-Chatarra	7.000
-Papeles y cartones	900
-Madera	1.500
Material No Reciclable	3.670
-Plásticos	700
-Gomas	500
-Lodos	200
-Ropa	200
-Polvo	2.000

Residuos	Volumen anual (m ³ /año)
-Resinas	70
Total	13.070

Fuente: CMC, 2011.

- Residuos Industriales Peligrosos

Las cantidades de residuos peligrosos estimados a generar por cada tipo de residuo, en la fase de construcción, se presentan en la Tabla 2-59. Se estima se generarán del orden de 670 m³/año durante fase de construcción, los cuales serán transportados a la bodega de almacenamiento temporal de residuos peligrosos.

Tabla 2-59. Tipo y Cantidades Estimadas de RP Generados en la Fase de Construcción

Residuos	Volumen anual (m ³ /año)
Ampolletas y tubos fluorescentes	35
Contenedores metálicos usados	15
Cilindros vacíos de gas a presión	30
Contenedores plásticos contaminados	143
Baterías de plomo	2
Baterías de litio	5
Baterías de níquel-cadmio	5
Residuos de soldadura	5
Paños de limpieza, contaminados con aceites, grasa, pintura, etc	20
Petróleo	5
Filtros	10
Lodos	30
Polvos contaminados	45
Residuos de laboratorio	305
Materiales aislantes contaminados	5
Aceites Usados	15
Grasas	15
Total	690

Fuente: CMC, 2011.

El manejo de los residuos peligrosos contempla:

- Acumulación y clasificación de residuos en contenedores adecuados en el lugar de origen, los que serán adecuadamente identificados. Los contenedores serán transportables del tipo tambor, los cuales serán de tamaño apropiado y compatible con el residuo a almacenar,

estando debidamente identificados de acuerdo a la característica de peligrosidad y NCh 2190.

- Luego los residuos son trasladados y almacenados en forma temporal en la bodega de almacenamiento temporal de residuos peligrosos habilitada para tal efecto, la cual estará diseñado para albergar contenedores transportables.
- Posteriormente serán transportados hacia un lugar autorizado para su tratamiento y/o disposición final controlada.

Los residuos peligrosos de la etapa construcción serán manejados dando pleno cumplimiento a los requerimientos señalados en el D.S. N° 148/04, siendo almacenados temporalmente en sitios que cumplan con los requerimientos normativos, transportados por una empresa autorizada y su disposición final se realizará en un sitio que cuente con aprobación sanitaria para ello.

Durante la construcción de la bodega de almacenamiento temporal de residuos peligrosos y hasta el comienzo de su operación, la recogida y la disposición final de los residuos sólidos industriales peligrosos estarán a cargo de terceros que cumplan con la normativa ambiental vigente. De todas formas se intentará disponer de la bodega lo antes posible a fin de acopiar de modo seguro estos residuos.

2.4.9.2 Emisiones a la Atmósfera

Durante la fase de construcción del Proyecto se contempla la generación de emisiones temporales de material particulado (MP10) y gases. Sin embargo, dado los métodos de construcción a emplear que incluyen humectación en caminos, en los frentes de trabajo, en las actividades de carga y descarga de materiales, transporte en caminos públicos de insumos con carga cubierta, revisiones técnicas de maquinarias y equipos, y el distanciamiento de los frentes de trabajo de lugares habitados, estas emisiones se estiman poco significativas.

En la Tabla 2-60, Tabla 2-61 y Tabla 2-62 se presentan los resultados de los inventarios de emisiones asociados a las actividades del Proyecto durante la fase de construcción.

Tabla 2-60. Inventario Emisiones

Sector	Emisión (kg/día)		
	MP10	PTS	MP2.5
LAT La Coipa – Piedra Pómez	2.100	7.420	310
Acueducto	2.500	5.165	330
Concentraducto	2.340	5.900	325
Sector Punta Padrones	30	155	5
LAT Cardones-Cuenca Río Nevado	2.405	9.350	330

Sector	Emisión (kg/día)		
	MP10	PTS	MP2.5
Patio de Estacionamiento	195	830	40
Sector Cuenca Río Nevado	15.040	63.485	3.250
TOTAL (kg/día)	24.610	92.305	4.590

Fuente: GEOAIRE, 2011.

Tabla 2-61. Inventario de Emisiones por Generadores Eléctricos Durante la Fase de Construcción

Fuente de Emisión	Emisión (kg/día)			
	CO	NO2	SO2	MP10
Generadores eléctricos	280	1.300	90	95

Fuente: GEOAIRE, 2011.

Tabla 2-62. Inventario Emisiones Vehiculares durante la Fase de Construcción

Fuente de Emisión	Sector	Emisión (kg/día)			
		MP	CO	NOX	HC
Vehículos (Tubo de Escape)	LAT La Coipa – Piedra Pómez	1,3	8,95	41,75	3,8
	Acueducto	0,25	1,5	6,35	0,75
	Sector Cuenca Río Nevado	2	15	59	6
	Concentraducto	0,05	0,25	0,98	0,12
	LAT Cardones-Cuenca Río Nevado	0,15	0,85	3,6	0,42
	Patio de Estacionamiento	0,01	0,1	0,45	0,05
	Sector Punta Padrones	0,01	0,07	0,3	0,03
	TOTAL	3,77	26,72	112,43	11,17

Fuente: GEOAIRE, 2011.

2.4.9.3 Residuos Líquidos

Durante la fase de construcción, sólo se prevé la generación de aguas servidas en los diferentes frentes de trabajo. Durante los primeros meses de la fase se habilitarán baños químicos en los frentes de trabajo y se utilizarán las instalaciones del campamento Casale de construcción del Proyecto original, que se encontrará operativo al inicio de la fase de construcción.

En el periodo de mayor actividad de la fase, se espera una generación global para las actividades de las modificaciones de aproximadamente 377 m³/día en todos los sectores del Proyecto.

2.5 FASE DE OPERACIÓN

2.5.1 Optimización de Procesos

2.5.1.1 Pila de Lixiviación

El mineral oxidado proveniente del rajo será procesado por lixiviación. Se depositará el mineral en la pila a un ritmo aproximado de 150.000 tpd como promedio anual. La pila de mineral contará con 10 capas de aproximadamente 15 m cada una.

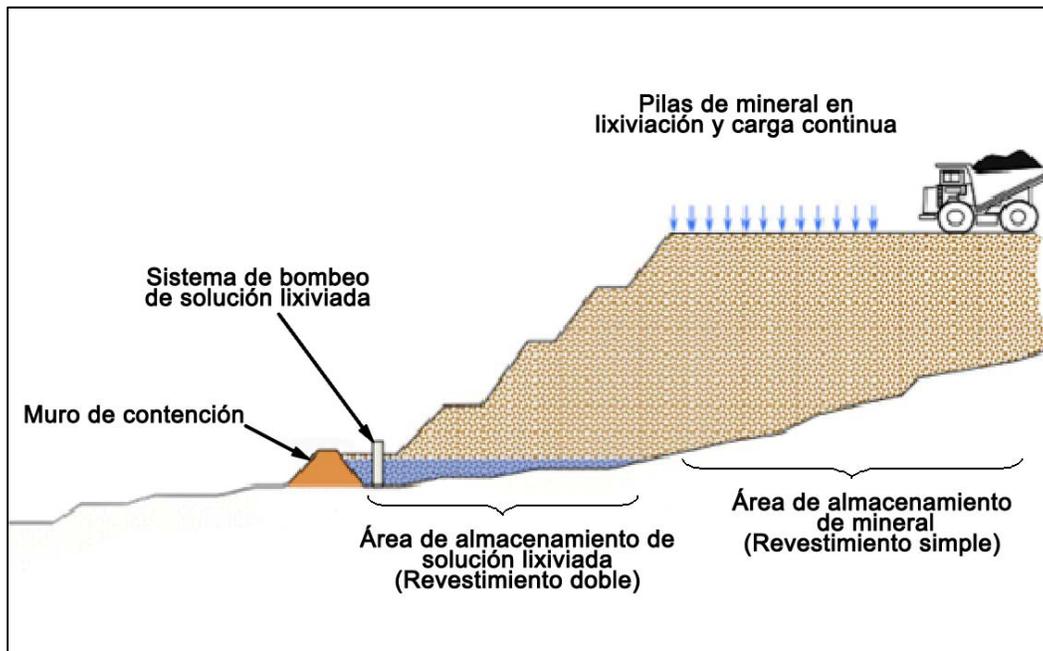
El sistema de riego irrigará la pila de mineral (por tuberías) con una solución cianurada (pH alcalino) proveniente, desde el proceso SART y del proceso CIC (carbón en columna). El cianuro reacciona con el oro, plata y otros metales, formando complejos los que son lixiviados durante la irrigación del mineral.

La irrigación de la pila de mineral será por goteo, y las cañerías que componen este sistema estarán preferentemente enterradas debido al potencial congelamiento en el sector y también para minimizar pérdidas de solución por evaporación.

Como resultado del proceso de lixiviación se generará una solución lixiviada impregnada (PLS), o solución rica que se acumulará en el Área de Almacenamiento de Solución Lixiviada (AASL), desde donde será retirada mediante bombas de turbina vertical (Risers), para ser enviada al proceso CIC, ubicado en la planta de procesamiento. Alternativamente, una recirculación parcial del volumen de solución lixiviado podría ser usada para lograr mejor enriquecimiento de dicha solución. En este caso, tal solución intermediaria (ILS) se recircularía desde las bombas de solución hacia la pila directamente, creando un circuito parcialmente cerrado alrededor de la pila.

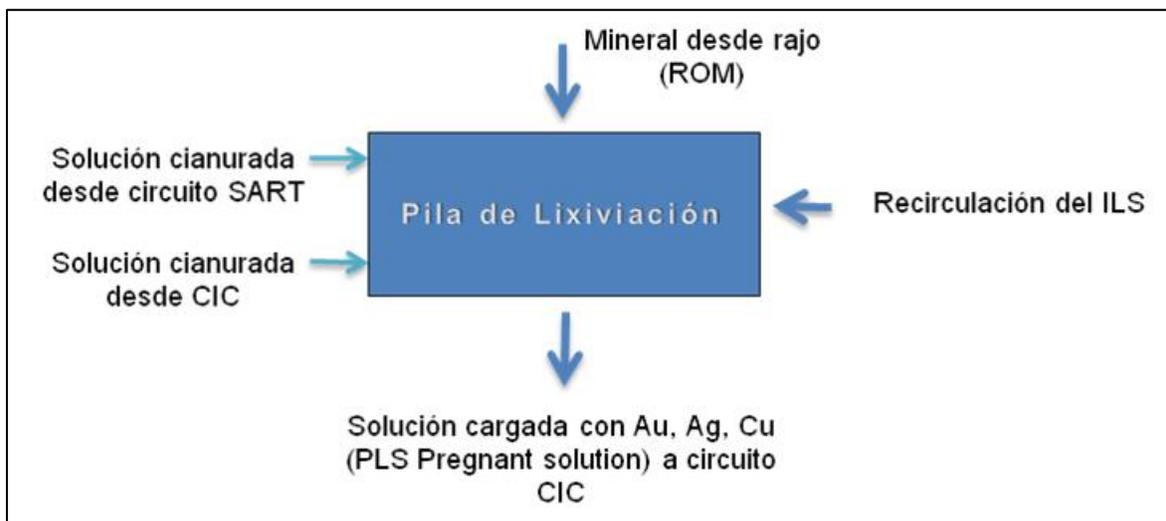
La Figura 2-33 y Figura 2-34 muestran un esquema y un diagrama del proceso de lixiviación en pilas.

Figura 2-33. Esquema de la Pila de Lixiviación



Fuente: CMC, 2011.

Figura 2-34. Diagrama de la Pila de Lixiviación



Fuente: Elaboración propia.

2.5.1.2 Acopio de sulfuros y acopio de remanejo

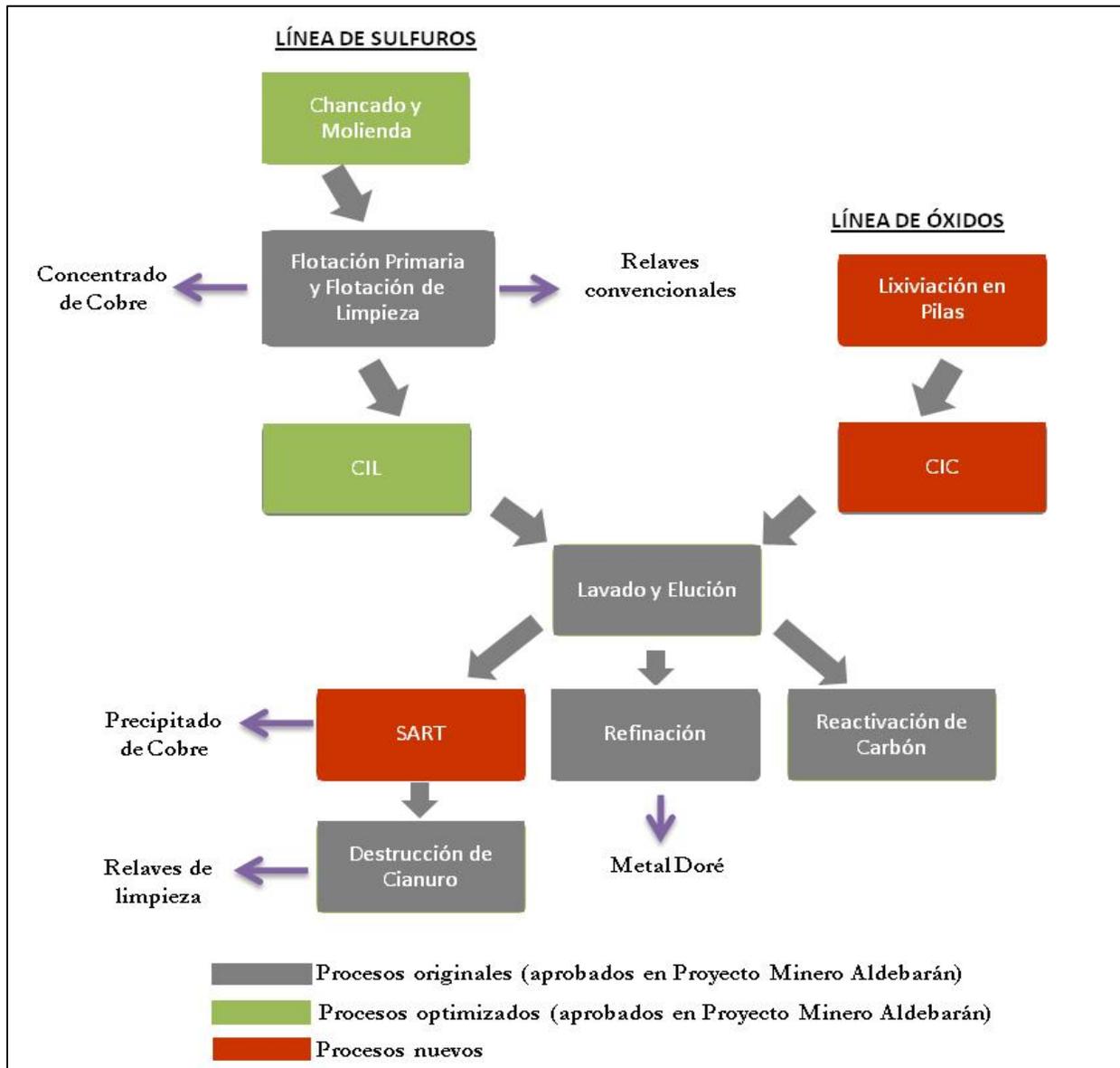
En estas instalaciones se depositarán y acumularán los minerales provenientes del rajo (minerales sulfurados) para posteriormente ser enviados al proceso. Ambos acopios podrán ser utilizados con el propósito de suplir producción o para generar mezclas de minerales para controlar la calidad de producción.

2.5.1.3 Planta de Procesamiento

Al procesamiento original de sulfuros consistente en procesar un promedio de 160.000 tpd, el presente Proyecto de Optimización incorpora una línea para óxidos consistente en procesar 100.000 tpd.

La Figura 2-35 detalla el diagrama de flujo general de las líneas de procesamiento de mineral y distingue los procesos nuevos con respecto a los originales.

Figura 2-35. Diagrama de Flujo General de Procesos de la Planta



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta la descripción actualizada de las dos líneas de procesamiento de mineral (sulfuros y óxidos). Sin embargo, se debe tener en consideración que las etapas de

procesamiento para los minerales sulfurados y la mayoría de las etapas comunes a ambas líneas son equivalentes a las presentadas en el proyecto original. Lo anterior se realiza para lograr un mejor entendimiento de la relación entre los procesos.

a) Procesamiento de Sulfuros

El mineral extraído desde la mina será chancado, molido, flotado y espesado. El concentrado de cobre producto de dicho proceso, será transportado vía concentrado a las instalaciones de filtrado en la costa próxima a Caldera.

Los relaves provenientes de la etapa de flotación primaria (de relaves convencionales) serán directamente dispuestos en el depósito de relaves.

Los minerales sulfurados serán procesados a una tasa nominal de 160.000 tpd de acuerdo a las siguientes etapas del proceso:

i. Etapa de Chancado

En la configuración actual, la etapa de chancado contará con 3 etapas: Chancado Primario, Secundario y Terciario, y tiene como finalidad triturar el mineral de mina hasta un tamaño adecuado para alimentar los molinos de bolas.

El chancado primario procesará el mineral proveniente de la mina (ROM) y el material chancado será transportado a la pila de acopio de gruesos a través de una serie de correas transportadoras; desde el acopio de gruesos el mineral será transportado hacia los chancadores de cono que conforman el chancado secundario.

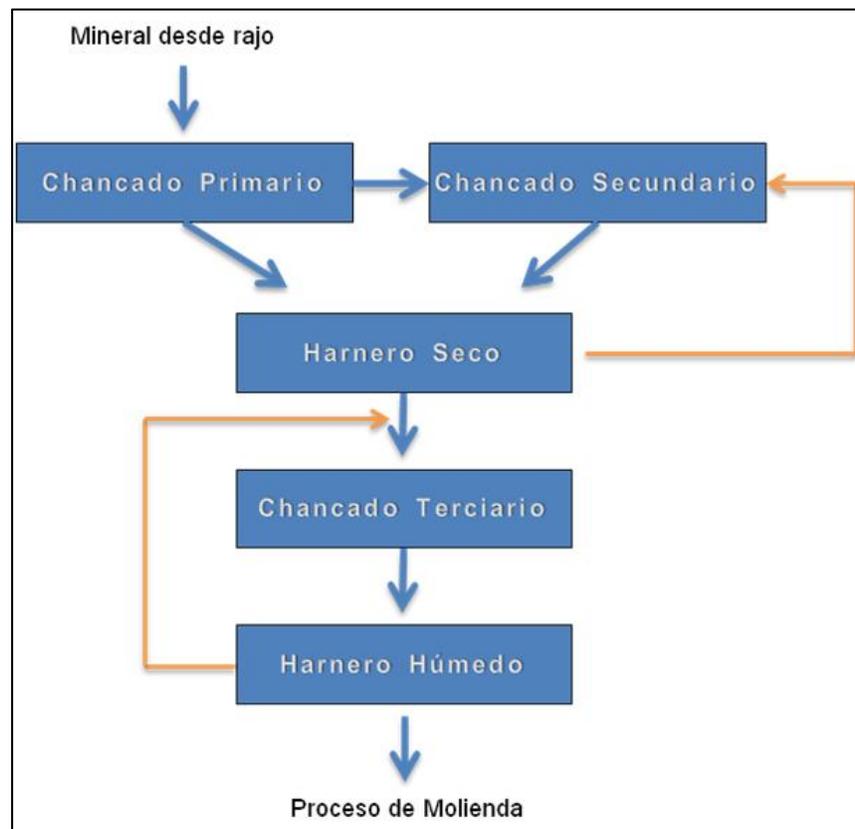
Este material pasará por harneros secos paralelos que separarán el material grueso del material fino.

El material grueso volverá a los chancadores de cono y el material fino se conducirá a los chancadores terciarios de rodillos de alta presión (HPGRs).

Una serie de correas conducirán el producto fino a un acopio de mineral fino. Desde este acopio, el mineral fino será alimentado a unos harneros húmedos que separarán el mineral fino del grueso.

El mineral fino de los harneros húmedos será conducido a los molinos de bolas y el mineral grueso de rechazo se retornará a los chancadores terciarios HPGRs.

La Figura 2-36 presenta un esquema del proceso de chancado:

Figura 2-36. Esquema de la Etapa de Chancado

Fuente: Elaboración propia.

ii. Etapa de Molienda

Posterior a la etapa de chancado terciario, el material es enviado a la etapa de molienda compuesta por 6 líneas de molinos de bolas que recibirán material fino húmedo y en donde se agregará agua y reactivos para alimentar un circuito cerrado con una batería de ciclones.

La fracción de material gruesa del ciclón se recirculará a los molinos de bolas mientras que la fracción fina entrará, por gravedad, al circuito de flotación primaria.

Cada línea de molienda que trabajan c/u en circuito cerrado con una batería de ciclones ha sido diseñada para que en total procesen como promedio 160.000 tpd.

La calidad del producto que se obtiene de los circuitos de molienda será monitoreada por analizadores de tamaño de partículas, localizados en el rebalse de los ciclones de los molinos de bolas.

iii. Flotación de Sulfuros

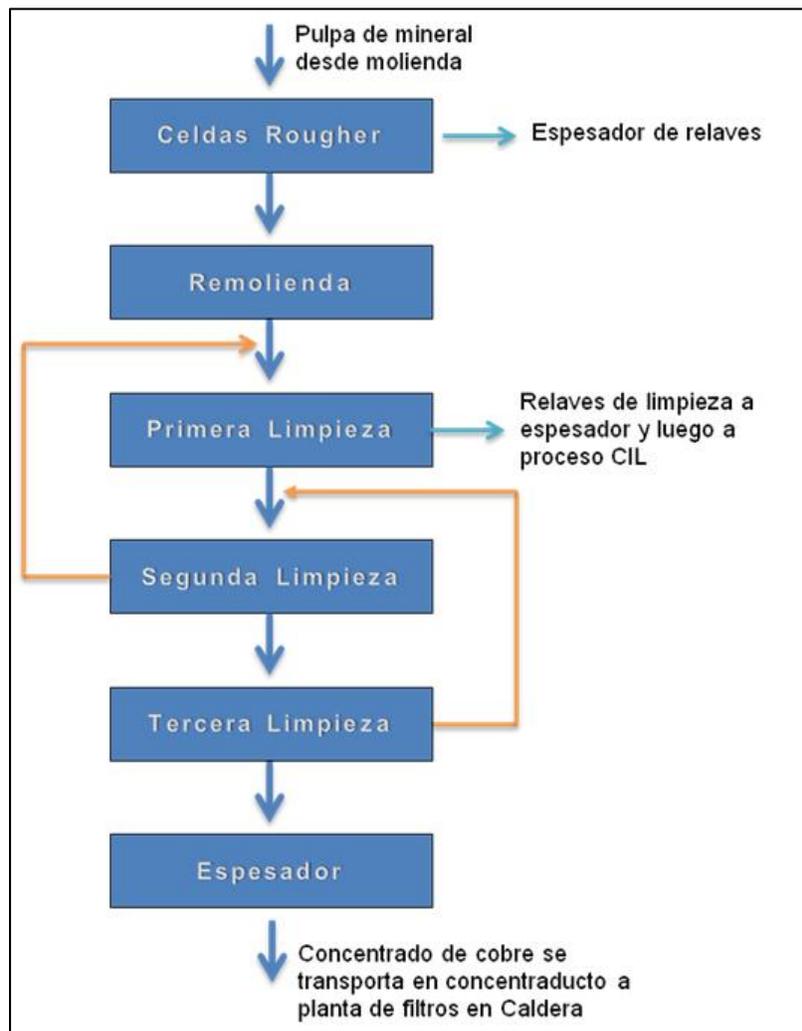
El rebalse del ciclón de cada circuito de molinos de bolas se conducirá a las celdas de flotación primaria en donde se originarán dos productos; un concentrado primario y un relave

convencional (relave de flotación primaria) que se conduce a espesadores en donde se recupera parte del agua contenida en ellos, la que se enviará a la piscina de agua de proceso para ser bombeada nuevamente al proceso y se obtiene un relave espesado a más de 55% de sólidos el que se conduce vía cañerías al depósito de relaves convencionales.

El concentrado de cobre y oro obtenido en la flotación primaria seguirá al circuito de remolienda y luego a tres etapas de flotación de limpieza para enseguida ser espesado para su transporte mediante un concentrado a la planta de filtrado ya aprobada en el proyecto original la que se localiza en la entrada de la ciudad de Caldera. El concentrado tendrá una ley de cobre superior al 25%.

Los relaves de la primera limpieza serán enviados a un espesador previo al proceso de recuperación de oro en el circuito CIL (Carbón In Leach). La Figura 2-37 muestra en forma esquemática el proceso de flotación.

Figura 2-37. Esquema de Proceso de Flotación



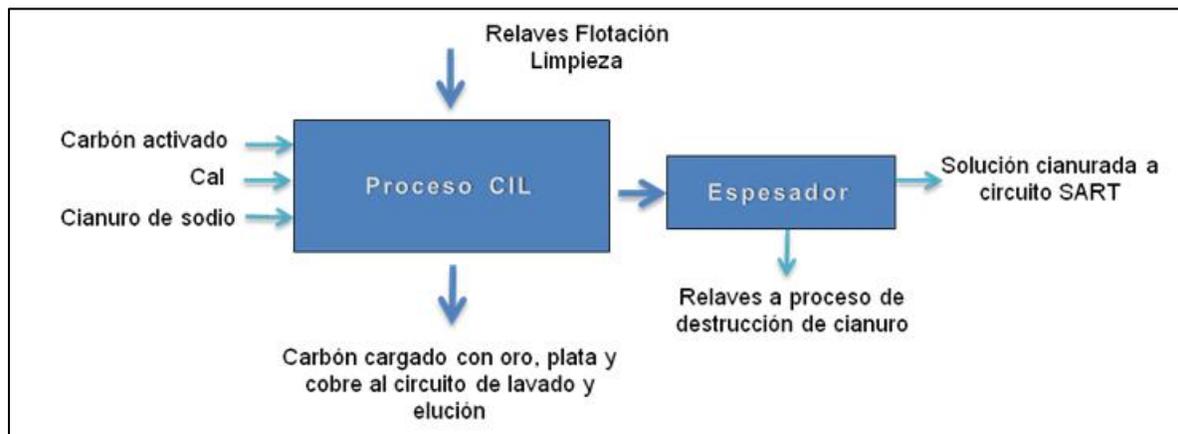
Fuente: Elaboración propia.

iv. Proceso CIL

Los relaves provenientes de los circuitos de flotación de limpieza se enviarán a estanques con agitadores para el proceso de lixiviación con cianuro de sodio (NaCN), en donde el cobre y el oro forman una serie de complejos químicos. Esta mezcla de relaves y reactivos pasará por los estanques del proceso CIL que contienen carbón activado que recuperará, por adsorción, los complejos de oro, plata, cobre y los contenidos menores de mercurio. El carbón cargado con estos complejos se filtrará, se lavará y se transportará al proceso de elución, en donde se juntará con el carbón cargado proveniente del proceso CIC (ver punto c.i siguiente), uniéndose ambas líneas de procesos (óxidos y sulfuros). Cabe señalar la existencia de un Plan de Manejo del Cianuro que permitirá controlar su distribución y uso (Anexo 2-H).

Los relaves de este proceso serán enviados a un espesador que aumentará su densidad aproximadamente a un 50 % de sólidos. Los relaves espesados serán enviados a la planta de destrucción de cianuro y la solución de rebose del espesador será enviada al circuito SART (ver punto c.iii siguiente). Los relaves serán tratados en la planta de destrucción de cianuro y serán finalmente enviados al depósito de relaves de limpieza, con un contenido residual de cianuro total del orden de 1 ppm.

Figura 2-38. Esquema de Proceso CIL



Fuente: Elaboración propia.

b) Procesamiento de Óxidos

El mineral oxidado ROM proveniente del rajo, será procesado a través de lixiviación en pilas, cuya solución lixiviada será enviada al proceso CIC para la recuperación del contenido de oro, plata y cobre.

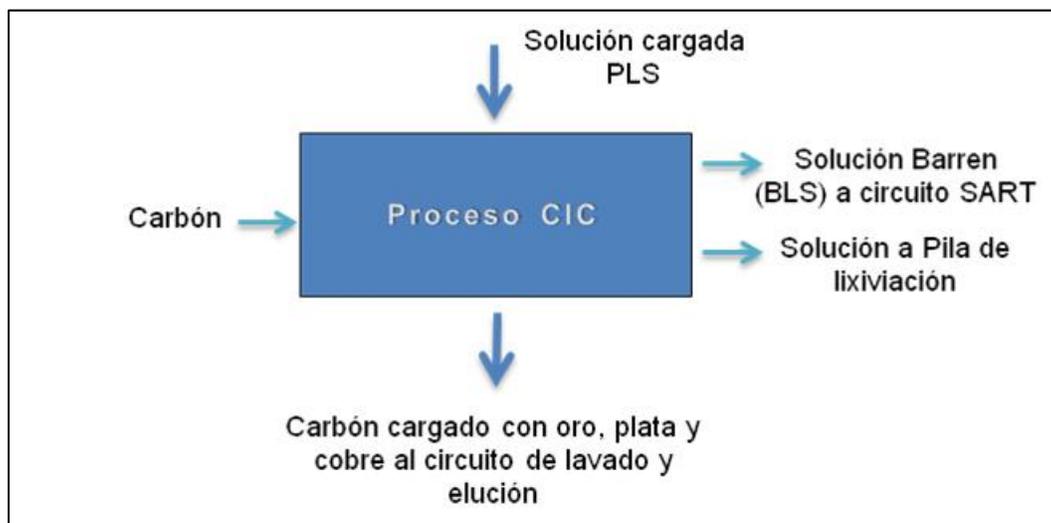
Como resultado del proceso de lixiviación se generará una solución PLS que se captará en una zanja de recolección ubicada al pie de la pila. Desde allí, por gravedad, la solución PLS será conducida a los estanques de distribución desde los cuales se enviará la solución al proceso CIC, ubicado en la Planta de Procesamiento.

i. Proceso CIC

La solución PLS será tratada en un circuito de CIC para recuperar el contenido de oro, plata y cobre junto con otras especies metálicas. La solución PLS circulará en contracorriente a través de 4 filas paralelas de estanques de carbón activado donde los metales, las sales y las impurezas se absorben o “adhieren” a la superficie del carbón produciendo una solución pobre y carbón “cargado” con estos metales. De la solución pobre, una porción alimentará el proceso SART y la otra porción se utilizará en el riego de la pila de lixiviación. El carbón cargado se lavará con agua fresca y continuará al proceso de elución mientras que el agua de lavado se conducirá al estanque de agua de la unidad de reactivación de carbón.

La Figura 2-39 muestra el proceso CIC.

Figura 2-39. Esquema de Proceso CIC



Fuente: Elaboración propia.

c) **Proceso de Lavado y Refinación**i. Proceso de Lavado y Elución

El carbón cargado con cobre, oro, plata y contenidos menores de mercurio proveniente de los procesos CIC (óxidos) y CIL (sulfuros) se someterá a un proceso de lavado y posteriormente a un proceso de elución. El proceso se compone de las siguientes etapas:

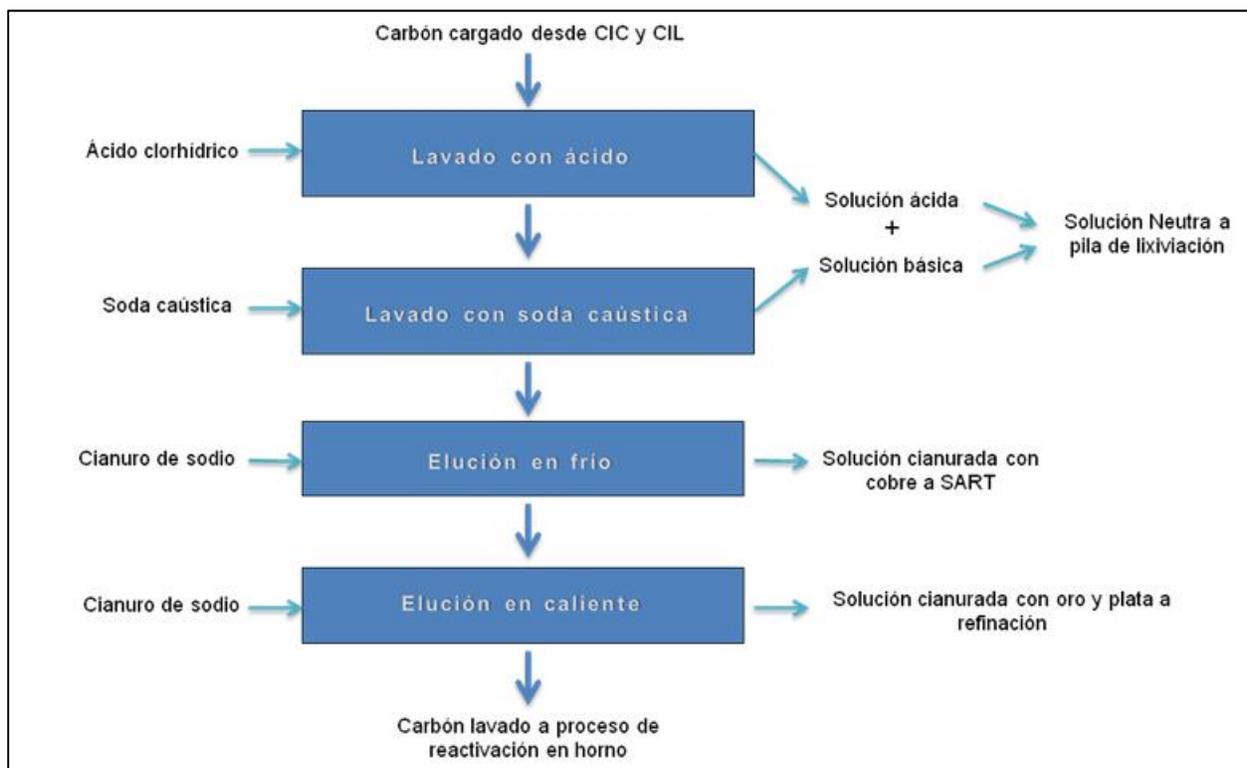
1. El carbón cargado será primeramente lavado con ácido (ácido clorhídrico). La solución ácida generada de esta etapa será enviada a la pila de lixiviación previa neutralización con una solución ácida generada del lavado con soda cáustica (ver siguiente punto 2).
2. Luego, el carbón cargado proveniente del lavado con ácido será lavado con soda cáustica; la solución básica generada de esta etapa también será conducida a la pila de lixiviación donde será neutralizada con la solución ácida generada en la etapa anterior.

3. Posteriormente, el carbón cargado será sometido a un proceso de elución en frío durante 2 hrs con cianuro de sodio (aproximadamente 0,2% NaCN), que recuperará el cobre que se encontraba cargado en el carbón. La solución cianurada conteniendo cobre será enviada a la planta SART.
4. A continuación, el carbón cargado se someterá a un proceso de elución en caliente (alcanzando los 145 °C) y alta presión (650 kPa) con cianuro de sodio al 0,2% e hidróxido de sodio (NaOH 2%). En esta etapa, el carbón al que ya se ha retirado el cobre es sometido a un lavado en caliente y alta presión que recuperará el oro, plata y mercurio, todos en solución. Esta solución PS seguirá al proceso de refinación.

El carbón lavado del cual se ha extraído oro, plata y cobre pasará al proceso de reactivación en horno para ser usado nuevamente.

La Figura 2-40 corresponde a un diagrama del proceso de lavado y elución.

Figura 2-40. Esquema de Proceso de Lavado y Elución



Fuente: Elaboración propia.

ii. Reactivación de Carbón y Manejo de Finos

El horno de reactivación de carbón activado regenera las propiedades superficiales del carbón lavado proveniente del proceso de elución. El horno de reactivación operará a una temperatura de 750 °C durante 15 minutos. Los materiales orgánicos que se acumularán en el carbón, se

quemarán, para luego de esta reactivación la “actividad” del carbón llega prácticamente a su nivel original.

El carbón proveniente del horno se descargará a un estanque con agua, para enfriar el carbón y evitar que éste se queme. El nivel de agua en el estanque se mantiene alto para disminuir cualquier contacto del aire con el carbón, debido a que si el carbón se quema deberá ser repuesto por carbón fresco, lo que aumentaría su consumo en el proceso.

El carbón que entra al horno contiene aproximadamente 5% del mercurio disuelto durante lixiviación, y que pasa a la solución PS. En condiciones de operación a altas temperaturas, el mercurio se volatiliza y sale del horno en fase gaseosa. Los gases con mercurio, serán colectados y enviados al lavador de gases. El mercurio recolectado será almacenado en la bodega dispuesta para esta función dentro de la planta de procesamiento según lo descrito en la sección 2.3.3.2.5.

El carbón nuevo que reemplazará las pérdidas del sistema, ingresará al proceso junto al carbón pobre reactivado, siendo ambos bombeados hacia los circuitos CIC y/o CIL. El agua drenada desde las transferencias de carbón se devolverá al estanque de agua de esta unidad de reactivación.

Los finos de carbón depositados en el fondo del estanque de enfriamiento/retención de carbón, serán transportados a una prensa de filtro donde se obtendrá una torta de carbón prensado que será empacada y transportada por terceros acreditados para disponerlos en sitios autorizados; las aguas claras en tanto, se bombearán hacia el proceso que lo requiera. El agua proveniente de la prensa se devolverá al estanque de agua de carbón.

iii. Proceso SART

La solución pobre proveniente del proceso CIL, la solución cianurada proveniente del proceso CIC, y la solución cianurada con cobre proveniente del proceso de elución en frío serán tratadas a través del proceso SART.

El proceso SART (Sulfidización, acidificación, reciclaje de cianuro y espesamiento) consiste en la recuperación de cobre y regeneración de cianuro empleado en la lixiviación de minerales de oro/cobre, minimizando el consumo de cianuro. Por otro lado, el reciclaje de cianuro permitirá maximizar la eficacia de la lixiviación y reducir la interferencia del cobre - oro en el proceso de refinación.

El cobre separado del cianuro se precipitará en forma de sulfuro de cobre, se espesará, filtrará y será transportado por el concentrado a la planta de filtrado y/o por camiones para su posterior venta a terceros. El cianuro recuperado se introducirá de nuevo en los circuitos de lixiviación, lo que permitirá reducir significativamente el consumo de cianuro en el proceso.

El proceso SART se lleva a cabo mediante una serie de etapas, las cuales se definen a continuación:

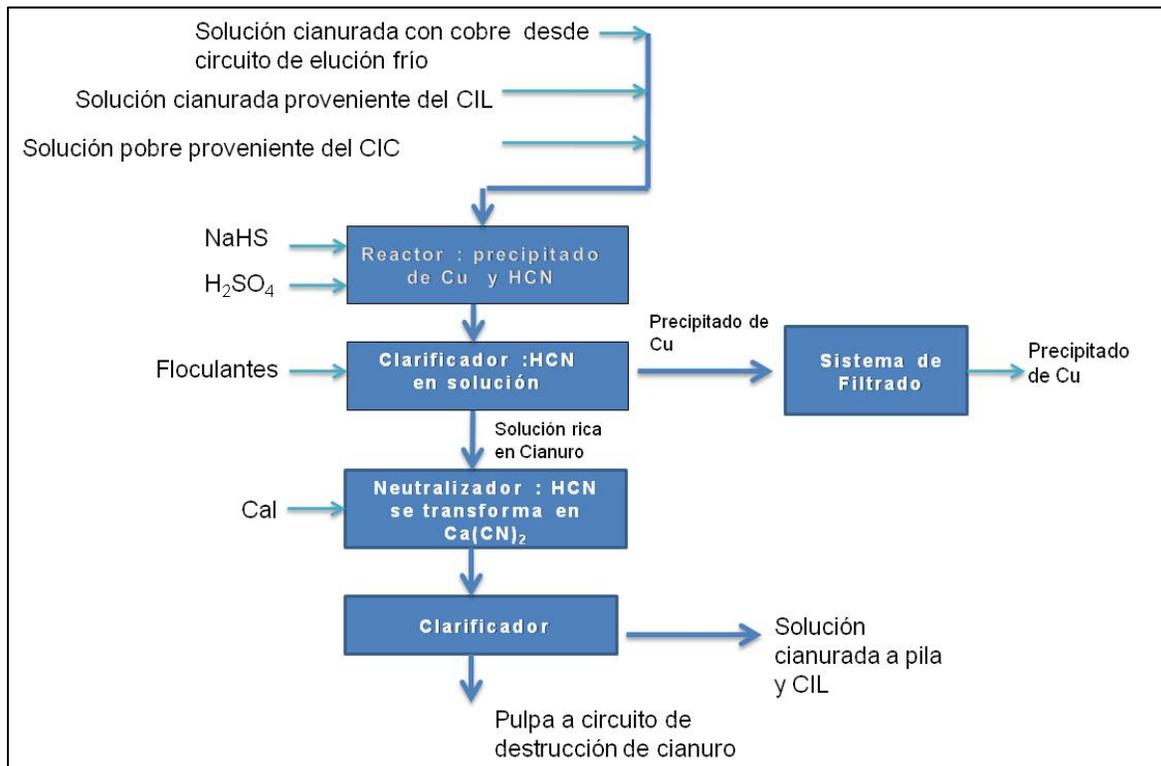
- i. Reactor SART: En esta primera fase ingresan las soluciones a un Reactor SART que cuenta con dos etapas:
 - Etapa Sulfidización (NaSH): Se incorporará NaSH (Sulfhidrato de Sodio): el cobre disuelto será precipitado como sulfuro (Cu_2S) y se generará H_2S (ácido sulfhídrico) gaseoso.
 - Etapa Acidificación (H_2SO_4): Se incorpora H_2SO_4 (Ácido sulfúrico): al variar el pH el cianuro se convertirá al gas HCN, el cual con objeto de asegurar que no generen emanaciones de HCN se mantendrá en forma acuosa por su alta solubilidad en condiciones débilmente ácidas.
- ii. Clarificador: La solución producida en el reactor, pasa al Clarificador de HCN en solución, al cual se agregan floculantes para obtener precipitados de Cu y una solución cargada de cianuro para la siguiente etapa del SART. Se generarán y controlarán gases (lavadores de gases) de HCN y H_2S en un circuito hermético. El precipitado de Cu será filtrado y envasado para su transporte en camiones a la planta de filtros y posterior comercialización. Alternativamente el precipitado será alimentado al espesador de concentrado de flotación para su transporte por concentrado a la planta de filtros.
- iii. Neutralización (cal): La solución cargada de cianuro pasa al proceso de neutralización, donde se adiciona Cal que estabiliza el contenido de cianuro libre como cianuro de calcio ($\text{Ca}(\text{CN})_2$).
- iv. Clarificador: Como última fase, la solución pasa al Clarificador, en el cual se agrega una solución de soda cáustica. La solución de cianuro recuperado se destinará al riego de la pila de lixiviación, y los relaves son espesados y bombeados al depósito de relaves de flotación de primera limpieza para ingresar al proceso de destrucción de cianuro.

El cobre será recuperado como Cu_2S (el precipitado contendrá aproximadamente 65 % de Cu) en la etapa clarificador – recuperación. El precipitado espesado será transportado por el concentrado a la planta de filtrado, o bien, será filtrado, embasado y transportado en camiones para su venta a terceros, tal como se indicó anteriormente.

Los gases HCN y H_2S , provenientes de las cuatro etapas del circuito SART serán tratados en un lavador de gases, en donde se pondrá en contacto el flujo de gases con una solución de soda cáustica. En este proceso, se obtiene una solución cáustica con gases disueltos, que se recircula al circuito SART.

La Figura 2-41 muestra las etapas del circuito SART.

Figura 2-41. Esquema de Circuito SART



Fuente: Elaboración propia.

v. Planta de Destrucción de Cianuro

El cianuro que no sea factible de reciclar al proceso, será destruido en esta planta. El proceso de destrucción de cianuro se produce en un estanque reactor donde la incorporación de SO_2 gaseoso, aire y cal, oxidan las especies de cianuro presentes en la pulpa (slurry) proveniente desde el procesos SART y los relaves derivados del espesador del circuito CIL. Ambas pulpas ingresan al reactor, donde entran en contacto con SO_2 , aire y cal, en un tiempo de residencia de 60 minutos. El dióxido de azufre se añade en el rango de 2 a 8 kg/kg de cianuro en solución. La cal es añadida para el control de la alcalinidad, con un consumo estimado de 2 kg de CaO /kg de cianuro destruido.

El SO_2 gaseoso y el aire se burbujan en el estanque oxidando el cianuro remanente a cianato (de sodio y de otros metales). El cobre residual en la solución catalizará la reacción de destrucción. Se añadirá cal apagada (CaO) para controlar la alcalinidad dentro del estanque. Un agitador asegurará la mezcla y dispersión adecuada del gas. La suspensión remanente del proceso de destrucción de cianuro, significativamente baja en cianuro activo, (1 ppm de cianuro total residual) será bombeada al depósito de relaves de limpieza a través de un ducto de aproximadamente 560 mm de polietileno de alta densidad (del orden de 8 km de largo) establecido en el lado oeste del depósito de relaves.

vi. Proceso Refinación

La solución lixiviada en oro, plata y con un bajo contenido en mercurio proveniente de la etapa de elución en caliente pasará por el proceso refinación que incluye los procesos de electro obtención, filtración y el retorteo de mercurio.

La electro obtención (EW) es el proceso en que el oro, plata y el mercurio se depositan en forma de barro en los cátodos de lana de acero inoxidable. La solución PS se conducirá a dos celdas EW paralelas conectadas a corriente continua. Las celdas EW tendrán ánodos de acero inoxidable y cátodos de lana de acero inoxidable. Una corriente directa pasará por las celdas entre los electrodos y hará que el oro, plata y el mercurio en solución se depositen en los cátodos como especies metálicas en forma de barro.

Los cátodos y el barro que contiene el oro y la plata siguen a la caja de limpieza de cátodos donde jets de agua a presión separarán el barro de los cátodos y una prensa filtrará el barro para reducir el contenido de agua. Los cátodos lavados se devuelven a las celdas EW y el agua se recircula a la caja de limpieza de cátodos.

El barro filtrado será retortado a 1.000 °C por 12 horas para eliminar más del 99 % del mercurio por volatilización, el cual pasa al proceso de condensación.

El barro libre de mercurio y rico en oro y plata, se ingresa al horno eléctrico donde se produce la fusión de la mezcla metálica que se vierte en moldes de metal doré, y posteriormente se enfría. Las barras de metal doré son limpiadas, marcadas y pesadas. Finalmente las barras se almacenan en una bóveda de seguridad hasta que se transportan por camión fuera de las instalaciones propias de CMC.

Los gases recolectados de las celdas EW, los gases provenientes del retorteo de mercurio y del horno eléctrico se tratan en un lavador de gases de mercurio. El lavador de gases de mercurio contiene carbón activado descartable y una capa de carbón impregnada con azufre para extraer el vapor de mercurio. Cuando el carbón impregnado con azufre esté saturado de mercurio se cambiará y el carbón remanente saturado con mercurio será almacenado en la bodega de almacenamiento de mercurio ubicada al interior de la planta de procesamiento hasta su transporte fuera de las instalaciones de CMC para su disposición final. El mercurio recolectado es almacenado en la bodega dispuesta para esta función dentro de la planta de procesamiento según lo descrito en la sección 2.5.2.

El mercurio que llega al proceso de condensación se enfría para convertir mercurio gaseoso en líquido. El mercurio se almacenará en frascos y será almacenado temporalmente en la bodega de almacenamiento de mercurio para ser transportado fuera del área del Proyecto y entonces ser depositado en una instalación autorizada de residuos peligrosos.

2.5.1.4 Depósito de Relaves de Limpieza

La fase de operación del depósito de relaves de limpieza comienza con la recepción de los relaves provenientes del circuito de destrucción de cianuro. El plan minero del proyecto considera una producción nominal estimada de 15 ktpd (miles de toneladas métricas por día) de relaves de limpieza durante 20 años de producción.

La operación de este depósito de relaves considera la recirculación de la mayor cantidad posible de aguas claras a proceso.

Al ubicarse colindante al depósito de relaves convencionales, durante la operación, el muro de confinamiento limitará con relaves tanto en el talud aguas arriba como en el talud aguas abajo. El nivel de los relaves convencionales siempre se mantiene inferior al nivel de los relaves de limpieza, durante toda la operación del Proyecto.

2.5.1.4.1 *Características Físico Químicas del Relave*

Los relaves de limpieza, generados en el proceso de obtención de oro, representan aproximadamente el 10% del total de los relaves generados en la planta de procesamiento.

Los relaves de limpieza serán tratados a través del proceso de destrucción de cianuro antes de ser transportados al depósito de relaves de limpieza. Mediante este proceso de destrucción de cianuro la concentración de este en los relaves a ser depositados será como máximo de 1 ppm de cianuro total residual.

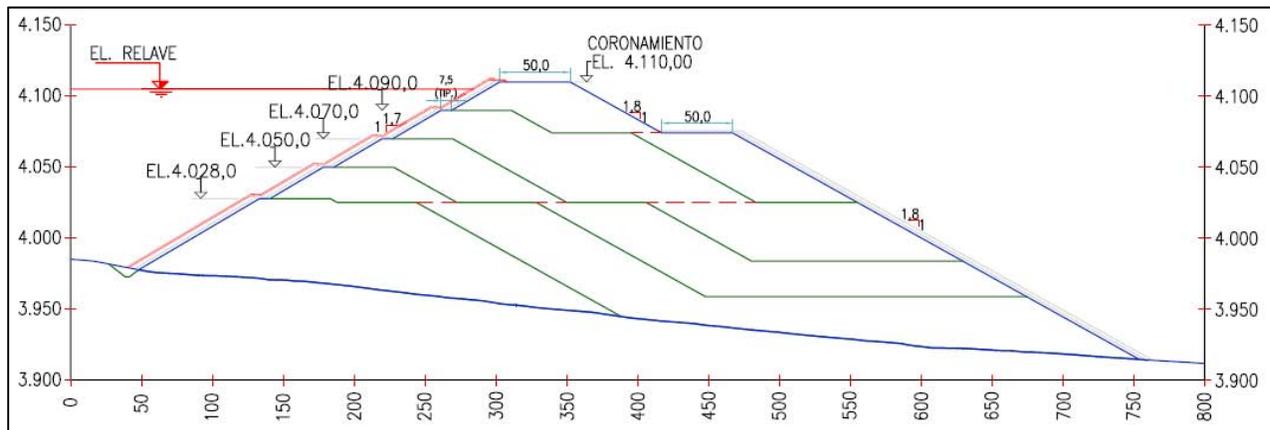
Los relaves de limpieza se clasifican como un limo inorgánico de baja plasticidad, con una densidad seca inicial promedio de 0,97 gr/cm³ (después de finalizada la sedimentación). La caracterización granulométrica del material indica que aproximadamente el 52% tiene un tamaño menor a 0,01 mm y una gravedad específica de sólidos de 2,87.

La permeabilidad (conductividad hidráulica) del relave depositado, se encuentra en un rango comprendido entre $1 \times 10^{-4} - 5 \times 10^{-8}$ cm/s.

2.5.1.4.2 *Peralte del Muro de Confinamiento*

Durante la fase de operación, se realizará el peralte del muro de confinamiento por sobre el muro de partida, para contener los relaves a lo largo de la operación de la mina.

El peralte se realizará manteniendo la misma estructura del muro de partida, es decir, considerando las capas de filtros, el revestimiento con geomembrana en el talud de aguas arriba y el cuerpo principal de material estéril. La Figura 2-42 muestra la configuración final del muro de confinamiento.

Figura 2-42. Configuración Final del Muro de Confinamiento

Fuente: CMC, 2011.

Cabe señalar que en la fase de operación, la altura a la que llegarán los relaves convencionales en el talud aguas abajo del muro de confinamiento del depósito de relaves de limpieza, es de aproximadamente 120 m.

2.5.1.4.3 Revestimiento y Sistema de Drenaje

Durante la fase de operación, el revestimiento y el sistema de drenaje (ver sección 2.3.6.2.3) continuarán construyéndose progresivamente a medida que vaya creciendo la superficie inundada del depósito. El método de construcción será el mismo que el usado antes de la fase de operación.

La operación del depósito de relaves de limpieza puede presentar casos en donde el agua en contacto con el revestimiento o geomembrana pudiese congelarse. Para este efecto, durante los meses de invierno, cuando se presentan temperaturas bajo 0°C, se contempla un sistema de protección del revestimiento contra la acción del hielo.

2.5.1.4.4 Transporte y Disposición de Relaves

El transporte de los relaves de limpieza desde los estanques del sistema de destrucción de cianuro en la planta de procesamiento, se realizará en una línea de conducción completamente a presión (se realiza un único bombeo en el área planta)

La disposición de los relaves de limpieza se realizará desde el lado sur del depósito para desplazar la laguna de aguas claras hacia el noreste del depósito.

La piscina de emergencia deberá reubicarse en una cota más alta, cuando los relaves convencionales alcancen la cota de su ubicación original.

2.5.1.4.5 Manejo de aguas claras

El sistema de recuperación requerirá de un monitoreo de la laguna de aguas claras (en términos de profundidad, área, levantamientos batimétricos y flujos de agua recuperada) y un ajuste de la disposición de relaves para mantener las balsas en las zonas más profundas de la laguna.

El agua recuperada desde el depósito de relaves de limpieza, con una concentración de cianuro total aproximada de 1 ppm, será bombeada a través de un conjunto de columnas que contienen carbón activado para así reducir la concentración de cianuro en el agua a aproximadamente 0,1 ppm.

El agua tratada será transportada a la piscina de agua de procesos donde se mezclará con agua fresca y de procesos para su posterior uso en la planta. La mezcla de agua resultante contendrá aproximadamente 0,01 ppm de cianuro total.

2.5.2 Actualización de Áreas de Servicio

2.5.2.1 Áreas de Manejo de Residuos Sólidos

La operación de las áreas de manejo de residuos sólidos del Proyecto, se describe en las siguientes sub-secciones.

2.5.2.1.1 *Relleno Sanitario de Residuos Domésticos*

El relleno sanitario de residuos domésticos operará mediante un sistema de celdas que se rellenarán secuencialmente. Las celdas tendrán una altura máxima de 7 m, en forma de pirámide truncada, con taludes 3:1 (H:V).

La operación de las celdas considera como actividades generales la disposición de residuos, el relleno, nivelación y finalmente el cierre de las celdas. El relleno considera las siguientes coberturas:

- Una cobertura diaria de 15 cm de suelo para cada celda en operación;
- Una cobertura final de 60 cm. que se aplicará sobre cada cubeta cuando llegue al término de su vida útil.

Los lixiviados generados en el relleno serán recolectados y enviados a la cámara para el almacenamiento temporal de los lixiviados. Luego los lixiviados serán conducidos de regreso al relleno, con lo cual se permitirá incrementar la biodegradación anaeróbica.

Así también, la operación del relleno sanitario cumplirá con los requerimientos indicados en el D.S. N° 189 el cual Aprueba Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y de Seguridad Básicas en los Rellenos Sanitarios, tales como:

- El material de cobertura, su colocación y compactación, generarán, un coeficiente de conductividad hidráulica no mayor de 10^{-4} cm/s.
- No se removerá la cobertura diaria, manteniendo en todo momento su espesor mínimo.

2.5.2.1.2 *Relleno Sanitario de Residuos Industriales No Peligrosos*

El relleno sanitario de residuos industriales no peligrosos operará mediante un sistema de dos celdas que se llenarán secuencialmente, de forma similar a las actividades descritas anteriormente para el relleno sanitario de residuos domésticos.

2.5.2.1.3 *Depósito de Almacenamiento Temporal de Residuos Reciclables y Reutilizables*

La operación del depósito de almacenamiento temporal de residuos reciclables y reutilizables se refiere principalmente a las actividades de segregación y clasificación. Los residuos que tengan valor comercial, serán retirados del área del Proyecto para su comercialización o entregados a empresas de reciclaje de materiales.

2.5.2.1.4 *Bodega de Almacenamiento Temporal de Residuos Peligrosos*

En general, el manejo de residuos peligrosos, consistirá en almacenarlos temporalmente en la bodega de residuos peligrosos, debidamente aislados y sellados, para posteriormente ser transportados hacia un lugar autorizado para su tratamiento y/o disposición final controlada.

El procedimiento para la operación segura de la bodega de almacenamiento temporal de residuos peligrosos contempla las siguientes medidas:

- El acceso siempre debe permanecer expedito siempre para el ingreso de los vehículos de transporte de residuos peligrosos.
- Se mantendrá permanentemente limpio y ordenado.
- El personal que ingrese a la bodega deberá estar debidamente capacitado en la operación segura de residuos industriales, así como los pasos a seguir en caso de derrames, incendios o fugas de residuos peligrosos.
- Antes de comenzar la operación de manejo de residuos, todos los trabajadores involucrados deberán utilizar sus elementos de protección personal. El equipo de protección que se deberá utilizar dependerá de las características específicas de los residuos peligrosos a manipular. La información de riesgo se encontrará contenida en las Hojas de Seguridad (HDS) de los residuos peligrosos.
- Las diferentes secciones estarán señalizadas, indicando el usuario y el tipo de residuo almacenado.
- Los residuos peligrosos almacenados serán identificados, señalizando el riesgo que representan y clasificados considerando sus características de incompatibilidad.
- Se deberán mantener las HDS de los residuos peligrosos almacenados.
- La bodega residuos peligrosos deberá tener acceso restringido, solo podrán ingresar personas autorizadas, debiendo contar con vigilancia y control de acceso.

- Se llevará un registro de los residuos peligrosos almacenados, el que contendrá al menos la siguiente información: características de peligrosidad del residuo; cantidad, peso y/o volumen; características físico químicas; ubicación dentro de la bodega; fecha de recepción y lugar de procedencia.
- Antes que una sección alcance el 70% de llenado, o que los residuos cumplan 6 meses de almacenamiento, se deben retirar los residuos de la faena.

Los operadores de las actividades de retiro, transporte y almacenamiento de residuos peligrosos usarán los elementos de protección personal que esta actividad exige, de acuerdo a la peligrosidad y a lo establecido en el D.S. N° 594/1999. Se utilizarán como mínimo los siguientes elementos de protección:

- Casco de seguridad
- Lentes de seguridad
- Guantes de cuero y goma
- Zapatos de Seguridad
- Ropa de protección

Los principales equipos que se utilizarán en la manipulación interna de los residuos sólidos peligrosos serán los siguientes:

- Grúa Horquilla
- Cargador Frontal

Las operaciones de almacenamiento temporal de residuos industriales sólidos peligrosos contemplan:

- Almacenamiento con dos estibas de altura (3 es lo máximo recomendado).
- Siempre serán movidos con la grúa horquilla si excede de 30 kg.
- Sólo se reutilizarán tambores cuando no se trate de residuos incompatibles.
- Se verificarán las condiciones de conservación periódicamente

Previo al almacenamiento temporal de residuos peligrosos, antes de realizar la carga o descarga, se realizarán las siguientes actividades:

- Cuando los residuos sean inflamables, se señalará adecuadamente la operación estableciendo un perímetro de seguridad en el cual estará prohibido fumar.
- Para todo tipo de residuos peligrosos, se revisará que el camión se encuentre con freno enganchado para evitar que se mueva.

La carga de residuos peligrosos en los camiones para que sean retirados de la bodega se realizará siguiendo el siguiente procedimiento.

- El contratista verificará que se cuente con los documentos necesarios para el transporte (guías de despacho, Hojas de Seguridad).
- Se verificará que el camión se encuentre correctamente estacionado, de manera que no se mueva.
- Se señalizará adecuadamente la operación estableciendo un perímetro de seguridad, el cual estará despejado y libre de materiales que puedan generar derrames. Además, estará prohibido fumar en dicha área.
- Los envases en que se transporten los residuos quedarán bien ajustados a fin de impedir cualquier desplazamiento durante el trayecto.
- Los camiones que transportan residuos no transportarán otras sustancias simultáneamente.

2.5.2.1.5 Bodega para Almacenamiento Temporal de Mercurio

En la bodega de mercurio localizada en la planta de procesamiento se almacenará el carbón activado con azufre que está impregnado con mercurio y el mercurio elemental. La descripción de la operación de esta instalación se encuentra en el Anexo 2-B (Plan Conceptual para el Manejo de Residuos Peligrosos).

2.5.2.2 Plantas de Tratamiento de Aguas

2.5.2.2.1 Manejo de aguas servidas

Durante la fase de operación las plantas de tratamiento de aguas servidas (PTAS) contarán con una capacidad aproximada de 75 m³/d para la planta de procesamiento y 225 m³/d para el campamento Casale.

Las aguas servidas generadas en el área de la planta de procesamiento y del campamento Casale serán enviadas a las PTAS respectivas. La calidad del efluente de ambas PTAS, cumplirá con la Norma Chilena NCh N°1333 Of 78 y será utilizada en riego de caminos para control de polvo o para recirculación a piscinas de proceso.

En el período de mayor demanda de las PTAS (fase de construcción), se estima una producción diaria aproximada de 80 kg de lodos en la PTAS de la planta de procesamiento y 8 kg de lodos en la PTAS del Campamento Casale, aproximadamente. Los lodos pasarán por un sistema de secado, donde serán estabilizados para evitar la putrefacción y posteriormente serán dispuestos en el relleno sanitario autorizado al comienzo de la fase de construcción y posteriormente en el relleno sanitario considerado como parte de este proyecto. Cabe señalar que la producción de lodos podría variar según la tecnología finalmente aplicada.

2.5.2.2.2 Manejo de agua potable

Durante la fase de operación, la producción de la planta de tratamiento de agua potable en el campamento Casale disminuye de 1.150 m³/d en la fase de construcción a un flujo aproximado de 200 m³/d en la fase de operación (debido al menor número de trabajadores).

La planta de tratamiento de agua potable descargará sus efluentes al estanque de almacenamiento desde el cual se suministrará el agua a los diferentes puntos de consumo por la red de distribución.

2.5.2.3 Manejo de Material de Empréstitos

Durante la fase de operación, el material de empréstito requerido en esta fase se obtendrá por medio de sitios de acopio y procesamiento habilitados previamente en la fase de construcción.

No obstante lo anterior, de ser necesario, se realizará la extracción y procesamiento de material de empréstito requerido en esta fase, tal como se describe en la sección 2.4.2.5

2.5.2.4 Aeródromo

El funcionamiento del aeródromo se iniciará durante la fase de construcción del Proyecto, periodo en el que se estima se realizarán principalmente viajes desde Copiapó a Casale, La Serena a Casale ó desde Santiago a Casale y viceversa. El funcionamiento del aeródromo contará con las siguientes actividades y consideraciones:

- Despegue desde la pista según procedimiento de seguridad establecido.
- Aterrizaje sólo previa presentación de su plan de vuelo.
- Tránsito interno, una vez efectuado el aterrizaje, deberá atenerse al circuito de tránsito preestablecido de tal forma que la detención de la aeronave se produzca en la zona destinada para ello.
- En caso de aterrizaje frustrado, el piloto deberá pasar de largo y reingresar al tránsito normal de aviones ateniéndose a todo lo estipulado en el procedimiento de seguridad establecido.
- Para la atenuación del ruido, las aeronaves con alto índice de contaminación acústica (p.ej. Cessna 206 o Cessna 210), realizarán cambios de potencia acordes con los fines del procedimiento de seguridad establecido.
- En el área de maniobras solo está permitida la presencia de pilotos o personal calificado. Los visitantes deberán permanecer en la zona destinada a visitas y solo podrán cruzar el área de maniobras en compañía de un piloto. Es responsabilidad de cada piloto velar por la seguridad de los visitantes y de hacer respetar las áreas asignadas.
- Está restringida la circulación de todo tipo de vehículo en el área de maniobra a excepción del vehículo de remolque de aeronaves.
- Durante la fase de operación se ejecutarán vuelos semanales de acuerdo al requerimiento del personal.
- Prohibiciones especiales: prohibido para instrucción, sin excepciones la maniobra de toque y despegue, vuelos rasantes y aproximaciones distintas a las especificadas en procedimiento de seguridad establecido, estacionar aeronaves sin autorización y, acrobacias.

2.5.2.5 Camino de Acceso a la Planta de Procesamiento

Durante la Fase de operación del Proyecto, el camino será utilizado para el transporte de materiales, insumos y personal entre Planta y el Campamento Casale, contando con un diseño que permitirá el traslado a una velocidad de 60 km/h. Como acciones paralelas a la operación normal de transporte, se mantendrán actividades de control destinadas a comprobar la estabilidad y posibles fallos en los taludes de caminos, tanto de corte como de relleno, según el siguiente detalle:

Nombre de acción:	Control de estabilización de taludes
Acción:	Se controlará la estabilidad de los taludes, de acuerdo a las características de diseño (pendientes).
Lugar/ámbito de aplicación:	Todos los taludes de corte del camino.
Indicador:	Verificación/ausencia de procesos erosivos y derrumbes en cara libre del talud.

Esta actividad de control de estabilización de taludes se realizará en forma periódica y ante contingencias como eventos climáticos y/o sísmicos excepcionales.

2.5.2.6 Generación de energía Mini central hidroeléctrica

La mini central - hidroeléctrica, operacionalmente contará con una capacidad de recuperación de energía del orden de los 6 MW, la que podrá variar según el caudal de agua a circular a través de la tubería. A partir del transformador de potencia en la subestación hidroeléctrica, la energía se conectará directamente a la subestación principal de la planta de procesamiento, al interior de la cuenca del río Nevado, no generando áreas nuevas de ocupación.

2.5.3 **Incorporación del Sistema de Transmisión y Distribución Eléctrica**

La transmisión (Líneas de Transmisión eléctricas La Coipa – Piedra Pómez y Cardones – Cuenca Río Nevado) y distribución (línea eléctrica Caldera – Punta Padrones) de energía eléctrica desde el SIC, hasta las instalaciones asociadas al Proyecto presenta, las siguientes actividades previsibles y comunes para la fase de operación:

- Inspección

Durante la fase de operación se realizarán con frecuencia regular recorridos terrestres para la inspección visual y auditiva de los conductores, de las estructuras y de las torres de suspensión y de anclaje. Estas inspecciones se llevaran a cabo en terreno, mediante el uso de un vehículo, o bien, de manera pedestre, con el fin de recopilar información constante y actualizada del estado de la línea.

Estas inspecciones incluyen la detección de posibles problemas de erosión de suelo en las bases de las torres y en las huellas de acceso, que pudiesen afectar la base de las estructuras.

Adicionalmente se realizará mediante un termógrafo la medición periódica de temperatura en los puntos de conexión (aislantes, otros) de las distintas líneas. Dependiendo de la curva (historia) de aumento de la temperatura se realizarán programas de mantenimiento.

Para realizar estas actividades, se utilizarán los caminos de acceso habilitados durante la fase de construcción y también los caminos existentes.

- **Mantenimiento Preventivo**

Sobre la base de las anomalías detectadas durante las visitas de inspección mencionadas, se realizará el mantenimiento preventivo de las estructuras y de los conductores de la línea.

Dentro de las actividades de esta fase se encuentra también la limpieza y el lavado de los aisladores, con el objetivo de quitar elementos que pudiesen provocar la fuga de electricidad desde la línea eléctrica, generándose así descargas a tierra.

Específicamente para la línea de distribución eléctrica Caldera – Punta Padrones, debido a las condiciones de salinidad y polvo, se realizará el lavado de aisladores con una frecuencia estimada de tres veces al año.

Adicionalmente, se prevé realizar reparaciones de emergencia en caso de accidentes o daños por eventos imprevistos.

2.5.4 Optimización de Ductos

La operación del concentraducto no presenta modificaciones en su operación respecto de lo ya aprobado en el proyecto original mediante RCA N°14/02. Sin perjuicio de lo anterior, a continuación se actualizan los aspectos claves de esta fase.

Al igual que en el caso del concentraducto, el acueducto no modifica sus operaciones con respecto al proyecto original. Sin perjuicio de esto y de similar forma al punto anterior, se actualiza a continuación las condiciones de operación de esta obra.

2.5.4.1 Concentraducto

2.5.4.1.1 *Operación e Inspección*

El concentraducto se ha diseñado para operar en flujo continuo, con el objeto de transportar las cantidades requeridas de concentrado desde la estación de bombeo hasta la estación terminal, de manera de cumplir con el plan minero y operar bajo condiciones óptimas.

La operación del concentraducto será ejecutada bajo el control de la presión de la descarga de la Estación de Bombeo. Esto permite que las presiones en el ducto no sean excedidas. En caso que el suministro de concentrado sea bajo, es posible que el sistema requiera hacer una detención programada hasta que se haya acumulado suficiente cantidad de concentrado en los estanques de almacenamiento y posteriormente realizar una operación de partida.

A continuación, se describe la operación del concentrado, en base a sus obras anexas: estación de bombeo, estaciones de monitoreo de presión, estaciones de válvulas-disipación, estaciones de drenaje y piscinas de emergencia y la estación terminal.

Estación de Bombeo

La estación de bombeo tiene la función de proveer el flujo de salida de concentrado de cobre con la presión suficiente para que este llegue a la estación terminal superando los puntos altos del trazado en una condición completamente presurizada.

El concentrado será alimentado a la estación de bombeo por medio de dos estanques de almacenamiento de concentrado, los cuales reciben el concentrado desde los espesadores. El control y monitoreo de todas las variables principales de estas bombas será realizado desde una sala de control, localizada en la estación de bombeo.

En la línea de descarga dispondrá de un indicador y de un transmisor de presión, el cual da la alarma por alta o baja presión según sea el caso. A su vez estas líneas cuentan también con un interruptor de paso de flujo, el cual al no detectar paso de flujo en la misma, provoca la detención de la bomba correspondiente.

En el colector principal de descarga, se encontrará instalado un indicador, un transmisor de presión y alarmas de emergencia. Si el sistema alcanza un valor superior al permitido (valor superior a cualquier transiente esperado), el controlador de presión asociado al transmisor, mandará a detener todas las bombas que se encuentren en operación con el fin de no someter al ducto a valores de presión superiores a las de diseño.

Estaciones de válvulas-disipación

Estas estaciones funcionarán con el objetivo de reducir la presión de manera equitativa a lo largo de la tubería cuando se realicen detenciones. En caso de un evento de sobrepresión, las estaciones de válvulas-disipación, contarán con líneas de emergencia que conducirán el concentrado hasta las piscinas de emergencia. Estas piscinas tendrán la capacidad de contener 1,5 veces el volumen interno de la tubería contenido entre la estación y la estación inmediatamente aguas arriba.

Este tipo de maniobras se realiza con el sistema presurizado (flujo a sección llena). Se bombea agua hacia el sistema, desplazando el concentrado desde su interior en dirección a la estación terminal. En este desplazamiento, al empujar con agua, el concentrado es impulsado hacia las piscinas de emergencia dispuestas en cada una de las estaciones de válvulas del sistema. Posteriormente el concentrado es dejado secar al interior de las piscinas de emergencia, las cuales poseen base de hormigón y una rampla de acceso para permitir el ingreso de maquinaria (cargador frontal pequeño) que lo deposita sobre un camión el cual traslada el concentrado hacia la estación terminal. Las paredes de las piscinas están provistas de revestimiento mediante membranas de HDPE para evitar infiltración de agua hacia las napas.

Estaciones de monitoreo

Cada estación de monitoreo contará con un indicador y un transmisor de presión, los cuales proveerán la información al operador, de manera que éste pueda determinar un aumento o disminución de la presión de los sistemas en las áreas asociadas a cada estación de monitoreo.

Todas las estaciones de monitoreo contarán con una pequeña piscina (que tendrá un indicador de nivel y alarma) para contención de drenajes.

Estaciones de drenaje y piscinas de emergencia

Las estaciones de drenaje se localizan en puntos bajos del trazado en los cuales existe el riesgo de una ruptura de la tubería debido a condiciones externas y por tanto, es necesario drenar y aislar las secciones aguas arriba y aguas abajo del sistema. Las estaciones de drenaje poseerán redes de drenaje y piscinas de emergencia que tendrán la capacidad de contener el volumen correspondiente al mayor de dos valores:

- 1,5 veces el volumen interno de la tubería contenido entre una estación y la estación inmediatamente aguas arriba.
- El volumen a drenar proveniente de aguas arriba y el volumen proveniente aguas abajo, se dispondrá en dos piscinas, respectivamente.

El drenaje en estos puntos está diseñado para ser realizado en forma gravitacional, sin bombeo de agua desde la estación de bombeo. En este caso, el drenaje transcurre por la acción del peso de la propia columna de concentrado que es desviado hacia las piscinas de drenaje ubicadas una a cada lado de cada uno de estos dos puntos del trazado (estaciones de drenaje). La remoción de concentrado desde estas piscinas está considerado de la misma forma que para las otras piscinas (secado y remoción mediante cargador frontal pequeño a camiones).

Sistema de control e inspecciones

El concentraducto ha sido diseñado considerando un sistema de control y adquisición de datos del tipo SCADA, el cual se comunica con el sistema de control integral del proyecto (DCS o similar).

Este sistema de adquisición toma los datos del concentraducto en tiempo real mediante dispositivos de control lógico programables (PLCs) los cuales envían estas señales al cable de fibra óptica que a su vez los transmite hacia interfaces de comunicación hombre – máquina, denominadas HMI.

Estas interfaces son en la práctica pantallas de computadores, con dedicación exclusiva al monitoreo de estas señales mediante un programa que analiza estas señales y las envía a las respectivas pantallas para conocimiento del operador. Estos programas tienen incluido diferentes niveles de alarmas, las cuales aparecen en pantalla para el conocimiento del

operador, su resolución y por tanto el reconocimiento de la alarma generada. Estas alarmas normalmente quedan registradas en el sistema en versión digital (algunas veces se incorporan copias impresas de las alarmas generadas durante la operación). Las alarmas pueden incluso implementarse en forma sonora para llamar la atención del operador.

Un nivel adicional de control lo constituye el uso de un software dedicado a la detección de fugas en tiempo real. Este tipo de software realiza modelaciones numéricas del proceso de transporte, utilizando datos de entrada de las variables monitoreadas durante la operación del concentrado, entre ellas: flujo en la estación de bombeo, el cual es contrastado con las emboladas (strokes por minuto) de las bombas principales y un contador que totaliza el número de emboladas por cada bomba en operación y presiones en estaciones de válvulas a lo largo del trazado. Esta modelación numérica es comparada con los datos reales de operación y de ahí se establecen desviaciones que son reportadas mediante alarmas al operador.

La inspección del sistema, se realiza en diferentes niveles: primero mediante personal dedicado a patrullar la faja de construcción y las instalaciones del sistema, básicamente inspeccionando las estaciones de válvulas. En segundo término, se realizan inspecciones periódicas por equipos de personal mecánico básicamente para definir mantención preventiva del sistema.

2.5.4.1.2 Operación de partida

La operación de partida del concentrado se llevará a cabo con bastante frecuencia durante la operación normal.

La operación de partida considera el ducto lleno de concentrado y/o agua. Esta operación considera como premisa que cada equipamiento relacionado al transporte de concentrado, se halla detenido y esté habilitado para volver a operar.

2.5.4.1.3 Lotes de agua

Cuando sea estrictamente necesario, se debe bombear agua al concentrado. Las posibles condiciones para que esto ocurra son las siguientes:

- Bajo contenido de concentrado en los estanques de almacenamiento de concentrado
- Cambios en el estanque de almacenamiento durante la operación normal
- Operaciones de partida
- Detenciones

2.5.4.1.4 Detenciones

Las detenciones se refieren a un procedimiento de operación normal. Antes de realizar una detención programada, se bombeará un lote de agua, lo cual facilitará el arranque del sistema.

Las detenciones se realizarán cuando el suministro de concentrado sea bajo, por lo que se requiere acumular concentrado en los estanques de almacenamiento y posteriormente reanudar el bombeo, mediante una operación de partida.

La detención se debe realizar bajo condiciones seguras con un mínimo riesgo de sobrepresión y evitando la ocurrencia de una falta de condición de flujo. La presión del ducto será monitoreada para asegurar que el sistema se mantiene estable luego de haberse detenido completamente. Cualquier aumento o disminución en la presión puede ser un indicador de fugas en las válvulas o en algún otro punto.

Una detención programada del sistema considerará 3 condiciones posibles:

- Solo concentrado en el ducto
- Solo agua en el ducto
- Secciones intermedias de agua/concentrado en el ducto (durante el modo de lotes)

Bajo ninguna circunstancia se realizarán dos detenciones largas consecutivas. Una vez que se ha llevado a cabo un largo periodo de detención (más de 4 horas), es importante que todo el concentrado contenido en el ducto haya salido completamente en la estación terminal antes de contemplar otra detención.

2.5.4.1.5 Procedimiento de emergencia

La condición de emergencia se refiere a las acciones a ser tomadas en el sistema como una respuesta a las perturbaciones o condiciones imprevistas.

Las emergencias de tipo mayor se refieren a embanques y fugas y las emergencias de menor complejidad, se refiere a corte de comunicaciones, corte de energía, rompimiento de Disco de Ruptura en estaciones de válvulas y tendencias de fuga y/o embanque del sistema.

La primera acción a ser ejecutada en situaciones de emergencia corresponde al operador de la Sala Principal, el cual será capacitado mediante cursos específicos para que las primeras acciones frente a una condición de emergencia, permitan minimizar el impacto de la emergencia. El operador deberá evaluar si paralizar el concentrado a través de la detención del sistema de bombeo y las estaciones de válvulas, debiendo inmediatamente avisar al supervisor de área.

Una emergencia en el concentrado puede ser provocada en dos puntos: desde la consola HMI del sistema SCADA por el operador; y desde el panel de control en las bombas principales. Tales paneles incluyen botones de emergencia, los cuales están habilitados para detener automáticamente tanto las bombas principales involucradas como a las unidades auxiliares.

Adicionalmente, se desarrollará un plan de emergencia el cual será actualizado por el personal de la empresa en base a las lecciones aprendidas de eventos anteriores, propios o externos de otras empresas.

En caso de contingencias que conlleven tiempos de reparación prolongados el concentrado será transportado en camiones que cumplirán con todos los estándares requeridos según la normativa vigente.

2.5.4.2 Acueducto

2.5.4.2.1 *Operación e Inspección*

La operación del acueducto se asocia principalmente a los procedimientos de inspección y monitoreo de la estación de bombeo, de las estaciones de monitoreo de presión, de la estación intermedia y de la estación terminal. A continuación se detallan estos procedimientos:

Estación de Bombeo

En función de la demanda de agua requerida en la mina se programa el número de bombas que deberán operar. El número de bombas que entra en operación dependerá en cada caso del caudal de operación requerido.

Las bombas succionarán el agua desde el Estanque de Transferencia ubicado en la Estación de Bombeo. El estanque está aislado y cuenta con un termóstato con indicación local y remota (sala de control) con alarma por baja temperatura que permite alertas preventivamente un posible congelamiento. En este mismo sentido, una cinta calefactora, será instalada en el estanque, para asegurar que la temperatura del agua no descienda más allá de 5°C.

En la línea de descarga de cada bomba se dispone de un indicador y de un transmisor de presión, el cual da la alarma por alta o baja presión según sea el caso. A su vez estas líneas cuentan también con un interruptor de paso de flujo, el cual al no detectar paso de flujo en la misma, provoca la detención de la bomba correspondiente.

En el colector principal de descarga, se encontrará instalado un indicador, un transmisor de presión y alarmas de emergencia. Si el sistema alcanza un valor superior al permitido (valor superior a cualquier transiente esperado), el controlador de presión asociado al transmisor, mandará a detener todas las bombas que se encuentren en operación con el fin de no someter al ducto a valores de presión superiores a las de diseño.

La estación de bombeo cuenta con una línea de drenaje con orificios de restricción, la cual está diseñada para poder drenar el ducto en caso de una parada prolongada evitando así el congelamiento o bien en caso de rotura. El agua drenada es recolectada en una piscina de emergencia la cual cuenta con la capacidad suficiente para tal fin.

A su vez en la estación está instalada la trampa lanzadora del rascador para operaciones de mantenimiento y limpieza del ducto.

Estaciones de Monitoreo de Presión

El acueducto cuenta con dos Estaciones de Monitoreo de Presión y Temperatura. En cada una de ellas se realiza una lectura de temperatura y presión, cuyos valores son registrados en la sala de control en la Estación Terminal.

La localización de las mismas corresponde a puntos elevados de la traza, el primero dentro de los primeros 50 km y el segundo en el segundo tramo, esto permite monitorear la operación del ducto permitiendo prevenir una situación de flujo cortado debido a baja presión en la línea como así también el control de la temperatura del fluido para prevenir congelamiento en caso de detención del ducto.

Dado que el agua que se transporta corre el riesgo de congelarse, especialmente en aquellas zonas de suelos congelados (permafrost o temporales), el registro de la temperatura permite monitorear el comportamiento del fluido ya sea en operación o con el flujo detenido, pudiéndose tomar acción como respuesta al valor registrado, por ejemplo determinando la necesidad o no de drenar el ducto a través del sistema de drenaje instalado.

Estación Intermedia

Como fue mencionado anteriormente, el acueducto cuenta con un estanque intermedio ubicado en el punto más alto de la traza, cuyo fin es independizar el funcionamiento de la turbina hidroeléctrica (mini central hidroeléctrica), ubicada en la Estación Terminal, de las fluctuaciones que pudiesen ocurrir en el sistema de transporte de agua fresca. A su vez este estanque tiene la capacidad de recibir el caudal de diseño con una autonomía de 15 minutos, tiempo en el cual se podrá tomar acción en la turbina para estabilizar el sistema.

El estanque en operación normal trabajará a nivel constante, para ello cuenta con un medidor de nivel con transmisor y controlador que comanda una válvula de control en la Estación Terminal. En operación normal, la turbina estará operando y la válvula de entrada a la misma realizará el control de nivel del estanque intermedio, en caso que la turbina no esté operando el control pasará a la válvula de control ubicada en la línea de descarga a la piscina recolectora de agua fresca en la estación Terminal.

Debido a que la frecuencia de operación del “pig” de limpieza o rascador será espaciada, la operación de limpieza y mantención está programada para realizarse cada 6 meses. Tanto la válvula que abre el paso a la recepción del rascador de 32 pulgadas proveniente desde la estación de bombeo, como la que permite que el rascador de 26 pulgadas sea lanzado desde la estación intermedia, permanecen normalmente cerradas.

Para realizar el lanzamiento del rascador por el ducto de 26” se cuenta con una línea que comunica ambos ductos (el de 32” y el de 26”) de esta manera se podrá lograr el caudal y presión necesarias para el lanzamiento del rascador.

La estación cuenta con una línea de drenaje que descarga a una piscina de emergencia con volumen necesario para drenar las trampas instaladas, el volumen del estanque intermedio y el volumen de las cañerías instaladas en el sitio.

Estación Terminal

A la entrada de la Estación Terminal, se realizan lecturas de temperatura, presión y se registra el caudal con un flujómetro magnético para cerrar el balance de masa del agua fresca que ingresa a la mina, a su vez permite detectar posibles fugas o roturas en el ducto.

Además cuenta con una trampa receptora del rascador final del ducto, permitiendo de esta manera realizar limpieza e inspección a lo largo de todo el ducto.

El drenaje de toda la estación se recolecta en un pretil confinado, que encamina las aguas hacia la piscina de recolección de agua fresca. En caso de necesidad de drenar el ducto se descargará en la piscina de agua fresca.

Ante cualquier caso operativo o ante la necesidad de drenar el ducto se deberá operar siempre evitando el vaciado directo sobre la válvula final de descarga con objeto de evitar daños severos al operarse en estas circunstancias.

2.5.4.2.2 Detenciones

La detención programada de las bombas puede realizarse ya sea en forma local o remota y de un modo manual o automático, al alcanzarse el nivel máximo permitido en la piscina de almacenamiento y/o por una disminución en los requerimientos de agua fresca.

La detención de las bombas debe realizarse desde aguas abajo hacia aguas arriba, es decir se debe primero detener las bombas principales que correspondan en la Estación de Bombeo en forma secuencial y luego detener las de pozos en Piedra Pómez.

Para la detención se deben seguir los procedimientos del proveedor y apagar las bombas una por vez para disminuir los efectos hidráulicos que se generan.

2.5.4.2.3 Operación de partida con ducto lleno

Ante una parada corta ya sea por motivos de mantenimiento o por cualquier otra eventualidad el ducto permanecerá lleno mientras la temperatura del agua se mantenga por encima de los 5 °C. En estas circunstancias deberá partir el sistema con ducto lleno.

Bajo esta condición las válvulas de bloqueo de las bombas deben estar abiertas, tanto las de succión como las de descarga y la columna estática es soportada por las válvulas check, ubicadas una en la línea principal y las individuales de cada bomba.

Se debe comenzar arrancando las bombas de pozos, de esta manera se asegura el nivel del estanque de transferencia y solamente una vez estabilizado el flujo desde el campo de pozos se puede dar partida a las bombas principales en la estación de bombeo.

El procedimiento considera dar la partida con una bomba en la Estación de Bombeo (partida suave) y continuar aumentando paulatinamente la cantidad de bombas operando siguiendo las recomendaciones del proveedor. Se debe monitorear en todo momento los valores de presión de bombeo y el nivel en el estanque de transferencia para asegurar un buen funcionamiento de las bombas.

2.5.4.2.4 Procedimiento de emergencia

El sistema de supervisión y control debe ser capaz de detectar las siguientes fallas en la operación y realizar la secuencia de detención en forma automática cuando sea necesario. Las emergencias y los procedimientos de reparación pueden generarse debido a la pérdida de flujo en línea y rotura del ducto.

Ante las situaciones de emergencia indicadas el sistema debe detenerse para ser sometido a reparaciones. Según la magnitud de la falla será la diligencia con que se tomarán las acciones correctivas para reparar el tramo, siempre y cuando las presiones no se eleven demasiado llegando a valores de alarma.

La estación de bombeo cuenta con un interruptor de alta presión y un dispositivo para el control de ésta, por lo que al alcanzar un valor máximo se procederá a apagar las bombas como medida de seguridad.

Ocurrida una situación de emergencia, que provoque el estancamiento y consiguiente riesgo de congelamiento del agua del ducto o bien por requerir mantenimiento, puede resultar necesario drenar el acueducto ya sea parcial o totalmente. Esta situación será detectada por el Sistema de Detección de Fugas para luego detener automáticamente el funcionamiento del ducto, inmediatamente detectada la falla, se deberá drenar el tramo dañado hacia una piscina de emergencia. Para ello se abre la válvula de la línea de drenaje de la Piscina de Emergencia ubicada en la Estación de Bombeo para evacuar la mayor cantidad posible de agua del ducto en esta piscina.

El agua acumulada en las piscinas de emergencia podrá ser reintroducida en el ducto mediante equipos de bombeo móviles o evaporadas según sea el caso.

Específicamente ante la caída de energía eléctrica en el sistema, la Estación de Bombeo cuenta con Generadores Diesel de respaldo que permiten soportar la carga necesaria para el funcionamiento de 2 bombas principales, como así también mantener 5 bombas de pozos en Piedra Pómez.

Adicionalmente, el accionamiento de las válvulas de corte de cada una de las bombas y las válvulas de drenaje de la estación contarán con respaldo de energía eléctrica. Las válvulas de drenaje del resto de las piscinas de emergencia cuentan con paneles solares para su accionamiento.

Con el respaldo disponible en la estación se logra mantener el caudal mínimo necesario para evitar el congelamiento del agua a lo largo de la traza.

De persistir la caída de energía, inicialmente se cuenta con una capacidad almacenada de combustible Diesel para 7 días, que permite operar a un flujo mínimo. En caso de que dichas condiciones se mantengan, será necesario drenar el ducto.

2.5.5 Plan Integral de Manejo de Aguas

Durante la fase de operación, las obras incluidas dentro del Plan Integral de Manejo de Aguas, se encargarán del manejo de los siguientes tipos de aguas:

- Aguas de no contacto
- Aguas de contacto
- Aguas de restitución
- Aguas de filtrado

Adicionalmente, el Plan Integral de Manejo de Aguas contempla un sistema de suministro hídrico que considera las siguientes fuentes (dónde el Titular tiene derechos de aprovechamiento de agua):

- Agua de Piedra Pómez
- Agua del río La Gallina

Por su parte, el sistema de suministro de agua de mar de respaldo, se describe y desarrolla en forma autosuficiente y como documento unitario al interior del Capítulo 13 para su correspondiente evaluación.

2.5.5.1 Manejo de Aguas Sector Piedra Pómez

La fase de operación del campo de pozos de Piedra Pómez no presenta modificaciones significativas en relación a lo presentado en el proyecto original aprobado mediante RCA N°14/02. No obstante lo anterior, a continuación se describen las principales actividades a realizar en esta fase.

Durante la operación, se bombeará un flujo nominal de 785 l/s, con un máximo de 900 l/s. Este flujo será impulsado hasta la planta de procesamiento, en el sector de la cuenca del río Nevado.

Los pozos serán monitoreados desde la planta de procesamiento por medio de una línea de fibra óptica que conducirá los datos relacionados con los principales procesos que se generarán

en las instalaciones del sector Piedra Pómez. Adicionalmente, se realizarán actividades de mantenimiento en las instalaciones y maquinarias.

En el Anexo 2-I, se presenta el Plan de Alerta Temprana del Campo de Pozos de Piedra Pómez

2.5.5.2 Manejo de Aguas Sector Cuenca Río Nevado

Durante la fase de operación, las obras del Plan Integral de Manejo de Aguas del sector cuenca del río Nevado se encargarán del manejo de los siguientes tipos de aguas:

- Aguas de no contacto
- Aguas de contacto
- Aguas de restitución

Las aguas de no contacto corresponden a las aguas naturales afluentes a la zona de Proyecto que serán desviadas para evitar el contacto con obras del mismo y prevenir así afectación de su calidad. Estas aguas serán restituidas al río Nevado.

Las aguas de contacto corresponden, por un lado, a las aguas naturales afluentes al Proyecto que toman contacto con los materiales del botadero de estériles, planta de procesamiento, acopio de sulfuros y de los depósitos de relaves. En el caso de la pila de lixiviación, corresponde a las aguas naturales que toman contacto con las infiltraciones provenientes de esta instalación. Por otro lado, las aguas de contacto corresponden a las aguas de consolidación de los relaves convencionales, las cuales se infiltran hasta llegar a los sistemas de drenaje. Las aguas de contacto serán captadas en el sistema de control de infiltraciones para ser devueltas a la planta de procesamiento.

Las aguas de restitución corresponden a parte de las aguas provenientes del campo de pozos de Piedra Pómez, que serán tratadas en la planta de osmosis inversa río Nevado y posteriormente se incorporarán en este río y también corresponden a las aguas de no contacto, que también serán descargadas en el río Nevado, aguas abajo del sistema de control de infiltraciones. Las aguas de restitución permitirán mantener los caudales de línea base del río Nevado. En Anexo 2-J, Plan de Seguimiento y Cumplimiento, se describen las actividades a realizar durante la fase de operación para monitorear, tanto en cantidad como en calidad las aguas de restitución.

Cabe señalar que la recirculación de las aguas claras del depósito de relaves de limpieza a la planta de procesamiento se describe en la sección 2.5.1.4.5.

2.5.5.2.1 *Aguas de no contacto*

Como parte del Plan Integral de Manejo de Aguas, el Proyecto incorpora obras para desviar las aguas de no contacto provenientes de áreas aguas arriba del depósito de relaves, acopio de sulfuros y del área planta, para posteriormente restituir las de manera segura en quebradas

afluentes al río Nevado; y en el mismo río Nevado, aguas abajo del sistema de control de infiltraciones, con la misma calidad con la que escurren naturalmente.

Tubería de desvío

La tubería de desvío se encargará de desviar las aguas naturales provenientes del área aguas arriba del depósito de relaves, para evitar que entren en contacto con esta instalación y posteriormente restituir las en el río Nevado aguas abajo del sistema de control de infiltraciones. Este sistema captará tanto las aguas superficiales como subterráneas.

El total de obras de intercepción (A, A1, A2, B, C y D) captarán las aguas superficiales con una capacidad estimada en 135 l/s, para un período de retorno de diseño de 100 años. Las obras de intercepción A, B, C y D captarán las aguas subsuperficiales en un flujo estimado de 17 l/s y 21 l/s.

El Proyecto considera el monitoreo de la calidad del agua tanto en la captación como en la devolución de las aguas de no contacto a través de la tubería de desvío. El detalle del monitoreo de estas aguas se describe en el Anexo 2-J (Plan de Seguimiento y Cumplimiento).

Canales de contorno

Los canales de contorno del área planta, acopio de sulfuros, campamento Casale y garita de acceso, recolectarán las aguas superficiales naturales para evitar que entren en contacto con aguas de proceso. Estos canales desviarán flujos de tormentas y flujos máximos de escorrentía.

El canal de contorno del acopio de sulfuros tendrá la capacidad de desviar aproximadamente 1,84 m³/s (flujo de diseño). El canal de contorno que se ubica aguas arriba de la planta de procesamiento, tendrá la capacidad de desviar aproximadamente 0,90 y 1,46 m³/s, en el primer y segundo tramo respectivamente. El tercer canal asociado a la planta, ubicado al este, tendrá la capacidad de desviar aproximadamente 0,3 m³/s hacia el segundo tramo del canal descrito anteriormente.

El flujo de diseño de los canales de contorno del campamento Casale varía entre 0,009 a 1,5 m³/s y para los de la garita de acceso varía entre 0,0007 a 0,014 m³/s.

2.5.5.2.2 Aguas de contacto

Para el manejo de las aguas de contacto, el Proyecto contempla los sistemas de drenaje, los canales de contorno de la pila de lixiviación y el sistema de control de infiltraciones.

Sistemas de drenaje

Las posibles infiltraciones que se generen desde el depósito de relaves de limpieza, serán captadas por la red de drenaje de esta instalación, la cual conducirá estas infiltraciones hasta los drenes longitudinales que pasan por debajo del muro de confinamiento.

Las infiltraciones en los drenes longitudinales que pasan bajo el muro de confinamiento serán monitoreadas por medio de aforos (durante el primer año de operación) y posteriormente con piezómetros eléctricos y con pozos de monitoreo y captación.

Las aguas captadas por los pozos serán sometidas a un análisis para determinar la presencia o ausencia de aguas de contacto (proveniente de eventuales filtraciones del depósito). En caso de presencia de aguas de contacto, estas podrán ser captadas mediante bombas de pozo profundo y enviadas de vuelta al depósito de relaves de limpieza. Si el análisis indica ausencia de aguas de contacto, estas se dejarán fluir aguas abajo por los drenes longitudinales.

Las infiltraciones que pudieran generarse en el depósito de relaves convencionales serán captadas por el dren principal que comienza su trazado bajo el muro de confinamiento y continúa a lo largo del centro del valle del río Nevado bajo el botadero de estériles.

Las aguas de contacto que se puedan generar en el botadero de estériles, y las aguas subterráneas serán captadas por el dren principal bajo el botadero de estériles. Las aguas de contacto que conduce este dren, se descargarán en la piscina desarenadora del sistema de control de infiltraciones y las infiltraciones que fluyen por los aluvios del área del botadero de estériles, serán interceptadas por la zanja drenante ubicada en la piscina de aguas de contacto, aguas arriba del muro cortafuga.

Los dos drenes ubicados bajo el acopio de sulfuros, captarán y conducirán las aguas de contacto del sub-suelo bajo esta instalación. Cada dren tendrá una capacidad aproximada de 0,15 y 0,34 m³/s. Estas aguas serán descargadas en una piscina revestida para luego conducir las a través de un canal abierto (que bordea la planta de procesamiento) hacia el depósito de relaves convencionales.

Canales de contorno de la pila de lixiviación

El canal de contorno ubicado al norte de la pila de lixiviación conducirá las aguas de contacto hasta el dren secundario ubicado bajo el botadero de estériles, por medio del cual, llegarán al sistema de control de infiltraciones. Los otros dos canales de contorno, tanto para la fase 1 y fase 2 de la pila de lixiviación, conducirán las aguas de contacto hasta la piscina desarenadora del sistema de control de infiltraciones.

Sistema de control de infiltraciones

Los afluentes del sistema de control de infiltraciones corresponden principalmente a los siguientes:

- Infiltración desde los relaves convencionales
- Infiltración de agua de consolidación y sobrenadante de los relaves convencionales
- Aguas de contacto generadas en el botadero de estériles y pila de lixiviación.
- Aguas de contacto generadas en el acopio de sulfuros y planta de procesamiento.

La escorrentía desde áreas que no tienen canales de contorno y toda el agua subterránea dentro de la zona de captura aguas arriba del sistema de control de infiltraciones, también fluirá a este sistema. El flujo de infiltraciones que llega al sistema de control de infiltraciones desemboca por dos vías diferentes, las cuales son:

- Piscina desarenadora: el flujo de infiltraciones proveniente de los drenes bajo el botadero de estériles descargará gravitacionalmente en base continua en la piscina desarenadora.
- Zanja drenante: esta zanja ubicada transversalmente en la piscina de aguas de contacto interceptará las aguas subterráneas de contacto.

Las aguas de contacto que llegan por medio de ambos sistemas mencionados anteriormente, serán bombeadas de vuelta a la planta de procesamiento. El diseño del SRS contempla disponer de una piscina de 240.000 m³ de capacidad, para almacenar los eventos posibles de ocurrencia durante toda la vida útil del proyecto, sin embargo, esta piscina cuenta con sistemas de bombeo que permiten manejar adecuadamente eventos como la Crecida Máxima Probable de derretimiento de nieve al inicio y que considera un volumen de 382.220 m³. Esta operación considera recircular agua a la planta de procesamiento de modo controlar el volumen a almacenar.

2.5.5.2.3 Aguas de Restitución

Las aguas de restitución al río Nevado, corresponden a las generadas por el tratamiento del agua de Piedra Pómez en la planta de osmosis inversa río Nevado y a aquellas que descargará la tubería de desvío y canales de contorno de agua de no contacto. Las aguas de restitución indicadas tienen los siguientes objetivos:

- Mantener el promedio histórico de los escurrimientos de agua superficial y subterránea del río Nevado, aguas abajo de la zona de proyecto.
- Mantener la calidad del agua superficial y subterránea en los sectores localizados aguas abajo del área de proyecto.

La planta de osmosis inversa río Nevado recibirá agua desde Piedra Pómez y la tratará para luego descargarla en el río Nevado. Se considera el monitoreo de la calidad del agua tratada en la salida de la planta de osmosis inversa (tanto al inicio como al final de la tubería), antes de la descarga al río Nevado, tal como se describe en Anexo 2-J (Plan de Seguimiento y Cumplimiento). La descarga de las aguas se realizará mediante los siguientes sistemas de restitución:

- Pozos de restitución: estos pozos ubicados aguas abajo del muro cortafuga, restituirán agua al acuífero tanto para generar un contragradiante como para devolver las aguas al río Nevado.
- Piscinas de infiltración: estas piscinas restituirán el agua mediante percolación vertical, y se estima un recorrido de 15 metros hasta alcanzar plenamente el acuífero.

La calidad del efluente de la planta de osmosis inversa río Nevado se ha asociado a la calidad del agua en el punto de control SW-04 (ver Anexo 2-J, Plano 1), de tal manera que se ha definido esta calidad como aquella definida por las concentraciones correspondientes al percentil 50% respecto de las concentraciones de línea base del punto de control SW-04.

La mezcla de las aguas de no contacto (que descargarán la tubería de desvío y canales de contorno), junto al caudal de agua tratada proveniente de la planta de osmosis inversa y los aportes difusos localizados entre el muro cortafuga y la sección SW-04, conformarán finalmente la calidad del agua observada en los sectores bajos de la cuenca.

Como parte de las actividades de seguimiento del Proyecto se ubicarán tres puntos de control a lo largo del río Nevado: SW-04, SW-08 y SW-10 (ver Anexo 2-J, Plano 1). En estos puntos se llevará un registro de su calidad futura y se comparará con la información disponible desde la línea base. La mantención de calidades del agua en estos puntos similares a las observadas en los estudios de línea base serán en punto de referencia del plan de seguimiento para verificar el objetivo de la mantención de la calidad del agua en los sectores localizados aguas abajo del Proyecto, tal como se describe en detalle en el Anexo 2-J.

El monto del caudal de restitución, proveniente de la planta de tratamiento de osmosis inversa, está asociado al cumplimiento de la condición de cantidad, la que considera que el Proyecto se compromete a mantener el promedio histórico de los caudales en la sección de control SW-04. Este promedio histórico asciende aproximadamente a 101 l/s, lo que se presenta detallado en la sección de línea base.

El caudal a restituir con efluente de la planta de osmosis inversa se determinará, a nivel diario, a partir de las mediciones en la sección de control SW-04, de tal manera que se mantenga un caudal promedio histórico de 101 l/s. De este modo, el caudal total aportado por la tubería de desvío, por los canales de contorno y los aportes de las cuencas localizadas entre el muro cortafuga y la sección SW-04, se comparará con este caudal promedio histórico para determinar el caudal de restitución proveniente de la planta de osmosis inversa que completa el valor promedio.

Con este caudal de restitución se mantendrá en el río Nevado, aguas abajo de la posición SW-04, un caudal promedio histórico similar al observado en el período de registro de la línea base.

Es preciso señalar que en caso de mantenimiento de la planta de osmosis inversa o cualquier otra eventualidad, la piscina de agua tratada almacenará aguas para que la restitución en el río Nevado no se interrumpa.

2.5.5.3 Manejo de Aguas Sector Punta Padrones

2.5.5.3.1 *Aguas de Filtrado*

La planta de osmosis inversa del sector Punta Padrones, realizará el tratamiento de las aguas de filtrado del concentrado para obtener un flujo de agua tratada con calidad de uso para riego

según los parámetros de la NCh 1.333 y otro de agua de rechazo, los cuales serán enviados a unas piscinas de almacenamiento temporal.

La planta de osmosis inversa operará con solo una unidad de osmosis inversa y la otra se mantendrá como respaldo. Cada unidad consiste en una configuración de dos pasadas, donde el afluente fluye a través de un módulo de membrana y luego se ajusta su pH a aproximadamente 9,5 antes de pasar a través de un segundo módulo de membrana. Esta configuración tiene la capacidad de rechazar entre un 94-96% del boro en la corriente de alimentación y así cumplir con los parámetros de la NCh 1.333.

Los efluentes de la planta de osmosis inversa, serán enviados a las piscinas de almacenamiento temporal por medio de tuberías, una para el agua tratada y otra para el agua de rechazo.

En casos de emergencia, la piscina de almacenamiento temporal de agua tratada alimentará con su sobre-flujo a la piscina de almacenamiento temporal de agua de rechazo.

La piscina de almacenamiento temporal de agua de rechazo tendrá un área total aproximada de 30.000 m² para su evaporación. El sedimento remanente en esta piscina será removido periódicamente y se agregará al edificio de almacenamiento de concentrado filtrado. Se estima una generación de sedimentos de aproximadamente 87.038 kg/año.

El uso del agua tratada con calidad de uso para riego según los parámetros de la NCh 1.333 será definido en posterioridad.

2.5.6 Optimización de Gestión de Tránsito

2.5.6.1 Patio de Estacionamiento

El sector Patio de estacionamiento mantendrá durante la fase de operación las características operativas descritas durante la fase de construcción del Proyecto en la sección 2.4.6.1.

2.5.7 Insumos

2.5.7.1 Energía Eléctrica

El suministro de energía eléctrica durante la fase de operación de las diferentes obras del Proyecto se asocia a la demanda del suministro en Piedra Pómez, en Sector Cuenca Río Nevado y en el Sector Punta Padrones (ver siguiente Tabla):

Tabla 2-63. Demanda de Energía Eléctrica en Fase de Operación

Tipo Insumo	Unidad	Cantidad
Demanda Media Sector Cuenca Río Nevado	MW	270
Demanda Media Piedra Pómez	MW	25

Tipo Insumo	Unidad	Cantidad
Demanda Media Sector Punta Padrones	MW	2

Fuente: CMC, 2011.

2.5.7.2 Agua

La necesidad neta de agua fresca para la operación de la planta no sufre modificaciones respecto de lo aprobado en el proyecto original, tanto en términos de cantidad como en las fuentes de abastecimiento, requiriendo en promedio aproximadamente 785 L/s.

Las fuentes de abastecimiento de agua presentadas corresponden a: agua fresca proveniente de Piedra Pómez, aguas de proceso (tratada y recirculada) y a sistemas de recuperación de agua desde el depósito de relaves de relaves convencionales y de limpieza. El agua fresca proviene de los pozos de bombeo desde Piedra Pómez, es transportada a través de un ducto hacia el estanque de agua fresca en el sector Planta.

2.5.7.3 Combustibles y Lubricantes

Al igual que en la fase de construcción, el combustible y los lubricantes requeridos durante la fase de operación, serán suministrados por proveedores externos autorizados que tendrán a su cargo el transporte de estos insumos al Sector Cuenca Río Nevado y al Sector Punta Padrones para su distribución. El consumo global de combustible y lubricantes estimado para la fase de operación del Proyecto es del orden de 2.500.000 m³ y 50.000 m³ respectivamente para el Sector Cuenca Río Nevado y 4.000 m³ y 80 m³ respectivamente para el Sector Punta Padrones.

Los combustibles a utilizar en la fase de operación del Proyecto serán almacenados en una estación terminal de 2 estanques verticales superficiales de aproximadamente 1.300 m³ cada uno, ambas aprobadas por la COREMA Región de Atacama mediante Resolución Exenta N° 14/02. La capacidad de estos estanques permite almacenar el combustible necesario requerido para aproximadamente 5 días de operación correspondiente a 520 m³/día. Dependiendo de las necesidades efectivas del Proyecto se contempla la posibilidad de instalar un estanque adicional para el almacenamiento de combustible. La distribución del combustible se realizará mediante estaciones móviles que incluyen estanques de petróleo.

2.5.7.4 Reactivos

Los reactivos químicos requeridos para el Sector Cuenca Río Nevado se presentan en la Tabla 2-64, indicando sus características cuantitativas y cualitativas.

Tabla 2-64. Cantidad Estimada de Reactivos en Sector Cuenca Río Nevado Durante la Fase de Operación

Insumo	Unidad	Total
Revestimientos	ton	56.500

Insumo	Unidad	Total
Cal	ton	2.100.000
Colector de flotación primario	ton	30.500
Colector de flotación secundario	ton	30.500
Metil Isobutil Carbonil (MIBC)	ton	10.200
Carboximetilcelulosa	ton	10.250
Cianuro de Sodio	ton	101.000
Carbón Activado	ton	5.200
Azufre	ton	206.500
Anti-incrustante	ton	1.500
Ácido Clorhídrico	ton	51.500
Soda cáustica	ton	21.100
Sulfhidrato de sodio	ton	32.000
Ácido Sulfúrico	ton	622.000
Floculantes	ton	34.500
Reactivos de refinería	ton	290
Neumáticos	Unidad	12.600
Medios de molienda	ton	934.500
Nitrato de Amonio a granel	ton	553.500
Emulsión	ton	528.500
Lubricante	L	24.417.000
Elementos de perforación	unidad	53.000
Conectores	unidad	3.780.000
Cordón detonante	m	23.369.000
Mecha	unidad	555.000

Fuente: CMC, 2011.

Específicamente para la planta de osmosis en el Sector Punta Padrones se estima consumir de manera global 35.000 ton de floculantes.

2.5.8 Flujo y Transporte

El transporte de insumos durante la fase de Operación del Proyecto, utilizará las mismas rutas de acceso consideradas durante la fase de Construcción del Proyecto.

El transporte durante la fase de operación al igual que la fase de construcción se llevará a cabo durante las 24 horas del día para camiones y buses y para los vehículos livianos (camionetas) se considera una distribución de un 75% en el día y 25% de noche. Cabe señalar que el transporte de camiones y buses próximo a Copiapó se restringirá durante las horas de máximo tránsito vehicular (mañana y tarde) entre las 7:00 y 9:00 horas y entre las 18:00 y 20:00 horas respectivamente.

La conducción vehicular para el transporte de insumos del Proyecto se registrará en base a lo detallado en el Manual de Conducción presentado en el Anexo 2-G.

Los flujos operacionales tendrán como destino el Sector Cuenca Río Nevado y el Sector Punta Padrones los cuales se presentan a continuación:

Tabla 2-65. Flujos de Vehículos con Destino a la Operación de Obras del Sector Cuenca Río Nevado

Tipo de vehículo	Número de viaje/día (sólo ida)
Buses	35
Camiones	86
Vehículos medianos y livianos	64

Fuente: CMC, 2011.

Los Flujos de camiones con destino a la operación de obras del Sector Punta Padrones se estima en aproximadamente 1 viaje de camión diario (viajes sólo ida).

2.5.9 Manejo de Residuos, Emisiones y Descargas

2.5.9.1 Residuos Sólidos

La cantidad estimada de residuos sólidos a generar según grado de peligrosidad, (durante la fase de Operación) se presenta en la Tabla 2-66.

Tabla 2-66. Proyección en la Generación de Residuos Sólidos en la Fase de Operación

Residuos en la fase de operación	Generación de Residuos Sólidos domiciliarios aproximado	Residuos Industriales No Peligrosos aproximado	Generación de residuos peligrosos aproximado
Volumen a disponer por año en m ³	3.650	10.365	15.620
Volumen total a disponer en m ³	73.000	207.300	312.400

Fuente: CMC, 2011.

El manejo de los residuos generados en el Proyecto tendrá las siguientes etapas, dependiendo del tipo de residuo:

- Separación e identificación de residuos
- Segregación de residuos reciclables
- Almacenamiento temporal de residuos peligrosos o disposición final de residuos no peligrosos y domésticos
- Habrá un control administrativo integral del manejo de los residuos. Los Contratistas deberán estar coordinados con la Unidad Ambiental del Proyecto, que exigirá el Documento

de Declaración y Seguimiento de Residuos Industriales, cada vez que se evacuan residuos de faena.

- Para el manejo de residuos peligrosos se utilizará un sistema de seguimiento y control de los residuos creado mediante el Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos que instaló el Sistema de Declaración y Seguimiento de Residuos Peligrosos SIDREP¹.

- **Residuos Sólidos Domésticos**

Los procedimientos operacionales contemplados para los residuos domiciliarios son:

- En todos los sectores de oficinas y las instalaciones de servicios de alimentación se habilitarán contenedores especialmente diseñados para contener residuos por tipo: papeles y cartones; plásticos; vidrios; latas; y orgánicos.
- La recogida de los papeles y cartones; plásticos; vidrios; y latas será definida en función de las cantidades generadas, cuidando siempre que los contenedores no sean superados en su capacidad y su destino será el depósito de almacenamiento temporal de residuos reciclables y reutilizables.
- La recogida de la fracción orgánica será diaria y su destino el relleno sanitario para residuos sólidos domiciliarios.
- La fracción orgánica considerará registro de vehículos y verificación de que la carga corresponda a RSD, registro de la cantidad de RSD ingresados, y la disposición de RSD en la cubeta correspondiente.
- Los reciclables o reutilizables considerarán registro de vehículos y verificación de que la carga corresponda a reciclables o reutilizables, registro de la cantidad de RSD ingresados al Patio de Almacenamiento Temporal de Residuos Reciclables y Reutilizables y la disposición de los residuos no reciclables o reutilizables en el Relleno Sanitario de Residuos Industriales No Peligrosos.

- **Residuos Sólidos Industriales No Peligrosos**

Las cantidades de residuos industriales no peligrosos estimados a generar por cada tipo de residuo, en la fase de operación, se presentan en la tabla siguiente:

¹ SIDREP es el sistema en Web de declaración y seguimiento de residuos peligrosos del MINSAL.

Tabla 2-67. Tipo y Cantidades Estimadas de Residuos Industriales No Peligrosos Generados en la Fase de Operación

Residuos	Volumen Anual (m ³)
Correas transportadoras de la línea de trituración primaria (aleación con alto contenido de magnesio - pueden ser devueltos al proveedor)	15 m ³
Correas transportadoras de la línea de trituración secundaria (aleación con alto contenido de magnesio - puede ser devuelto al proveedor)	50 m ³
Contenedores plásticos de sacos de carbón activado	40 m ³
Correas transportadoras de goma del alimentador	540 m ³
Pallets de madera (1200x1200x100mm)	1.500 m ³
Tubos	400 m ³
Nemáticos usados	460 unidades
Papeles y cartones	1.500 m ³
Plásticos	1.100 m ³
Chatarra	4.600 m ³
Lodos de plantas de tratamiento de aguas	110 m ³
Cilindros vacíos de gas a presión	30 m ³
Residuos de soldaduras	10 m ³
Materiales aislantes	10 m ³
Total	(*) 10.365

Fuente: CMC, 2011.

(*)Este valor total no considera el volumen de neumáticos

Los procedimientos operacionales contemplados para los residuos industriales no peligrosos son:

- Instalación de contenedores por tipo de residuos en puntos claves de generación de la faena minera, de la planta de tratamiento y en cualquier punto de generación. Estos contenedores estarán debidamente rotulados y serán transportados directamente al depósito de almacenamiento temporal de residuos reciclables y reutilizables, donde se segregarán todos los residuos que pueden ser reciclados y reutilizados, o bien si corresponde serán transportados al relleno sanitario de residuos industriales no peligrosos.
- Cada área de segregación será diseñada para acomodar los recipientes transportables, que serán del tamaño adecuado y compatibles con los residuos que se almacenan. Cada zona, así como los contenedores, serán debidamente identificados de acuerdo a lo indicado en la Norma Chilena 2.190.
- Los reciclables o reutilizables considerarán registro de vehículos y verificación de que la carga corresponda a reciclables o reutilizables, registro de la cantidad de residuos sólidos industriales no peligrosos ingresados al depósito de almacenamiento temporal de residuos

reciclables y reutilizables, y la disposición de los residuos no reciclables o reutilizables en el relleno sanitario de residuos industriales no peligrosos.

- **Residuos Industriales Peligrosos**

Durante la fase de operación, se espera que se generen del orden de 1.716.000 m³/año de residuos sólidos peligrosos que serán principalmente metales con partículas de cadmio y plomo, residuos de instalaciones eléctricas, residuos contaminados con petróleo e hidrocarburos, envases y recipientes de productos químicos peligrosos, residuos de mercurio, los finos de carbón, el particulado del depurador y unos pocos residuos peligrosos domésticos.

Las cantidades de residuos peligrosos estimados a generar por cada tipo de residuo, en la fase de operación se presentan en la Tabla 2-68.

Tabla 2-68. Tipo y Cantidades Aproximadas de RP Generados en la Fase de Operación

Residuos	Volumen anual en m ³
Geomembranas	
Geomembranas contaminadas	195
Contenedores de Potasio amilo Xantato	250
Contenedores sulfhidrato de sodio	230
Sacos de soda cáustica	120
Contenedores Floculante para el proceso SART	3
Contenedores Floculante para las colas del proceso CIL	35
Contenedores Floculante para las colas del depósito de relaves y depósito de relaves de limpieza	550
Contenedores Floculante para el concentrado	3
Contenedores Antiinrustante	45
Partes metálicas contaminados del molino bolas (trituration primaria)	650
Finos de carbón del circuito CIC y CIL (20% humedad)	400
Residuos de Mercurio	
Finos de mercurio del lavador de gases de mercurio (polvo)	0,015
Mercurio elemental	8
Carbón activado impregnado con mercurio (del lavador de gases de mercurio)	6
Carbón activado (del lavador de gases de mercurio) (suponiendo la misma frecuencia de cambio del carbón impregnado)	2
Otros	
Aceite usado(12% de combustible)	11.500
Equipo de protección personal, ropa	300
Resinas	107
Ampolletas, tubos fluorescentes	55

Residuos	Volumen anual en m ³
Contenedores metálicos contaminados con sustancias peligrosas (aceites, grasas, pinturas, etc.)	22
Contenedores plásticos contaminados con sustancias peligrosas	11
Contenedores de cianuro de sodio, solventes químicos o explosivos, etc.	220
Piezas metálicas contaminadas con plomo, como lijas, herramientas en general	750
Baterías de litio	12
Baterías de níquel-cadmio	12
Paños de limpieza (huaipe), contaminados con aceites, grasa, pintura, etc.	33
Petróleo	1
Lodos (peligrosos)	44
Borras contaminadas con plomo (del proceso de electro obtención)	11
Residuos de laboratorio	25
Grasas	20
Total (*)	15.620

Fuente: CMC, 2011.

(*)Monto total considera el volumen de aceite y grasas

Los procedimientos internos, tienen por objetivo establecer un método para el manejo de los residuos peligrosos generados en las actividades del Proyecto que cumpla con lo señalado en el D.S. N°148/2004. En el Anexo 2-B se presenta el Plan Conceptual para el Manejo de Residuos Peligrosos

En general, el manejo de residuos peligrosos, consistirá en almacenarlos transitoriamente en la bodega de almacenamiento temporal de residuos peligrosos, debidamente aislados y sellados, para posteriormente, ser evacuados de la faena hacia un sitio de disposición final autorizado.

El manejo de los residuos peligrosos contempla:

- Acumulación y clasificación de residuos en contenedores adecuados en el lugar de origen, los que serán adecuadamente identificados. Los contenedores serán transportables tipo tambor los cuales serán de tamaño apropiado y compatibles con el residuo a almacenar, estarán debidamente identificados de acuerdo a la característica de peligrosidad y NCh 2190.
- Luego los residuos son trasladados y almacenados en forma temporal en la bodega de almacenamiento temporal de residuos peligrosos habilitada para tal efecto, la cual estará diseñado para albergar contenedores transportables.

Posteriormente serán transportados hacia un lugar autorizado para su tratamiento y/o disposición final controlada.

2.5.9.2 Emisiones a la Atmósfera

Durante la fase de operación del Proyecto se generarán emisiones de material particulado y gases, generados principalmente por el flujo vehicular y aplicable sólo a los sectores planta y mina, debido a que los otros sectores no tienen aportes significativos en esta etapa.

La Tabla 2-69 y Tabla 2-70, presentan los resultados de los inventarios de emisiones para las obras que se encuentran cercanas a lugares poblados.

Tabla 2-69. Inventario de Emisiones Generado por Tipo de Fuente Durante la Fase de Operación

Fuente de Emisión	Emisión (kg/día)		
	MP10	PTS	MP2.5
Movimiento de Mineral	570	570	115
Tronaduras	225	225	45
Perforaciones	205	102	20
Carguío de Mineral	300	300	60
Chancadores	4.735	4.735	950
Harneros	1.140	1.140	230
Transferencias entre correas	155	155	25
Tránsito camino Pavimentado	15.690	81.860	2.255
Tránsito camino no Pavimentado	6.060	20.530	605
TOTAL	29.080	109.617	4.305

Fuente: GEOAIRE, 2011.

Tabla 2-70. Inventario de Emisiones Vehiculares Durante la Fase de Operación

Fuente de Emisión	Emisión (kg/día)			
	MP	CO	NOX	HC
Vehículos (Tubo de Escape)	4,8	31,6	140,3	15,1

Fuente: GEOAIRE, 2011.

Como parte de la operación se contempla realizar actividades tendientes a minimizar la emisión de polvo, las que son señaladas a continuación:

- Humectación en los caminos de acceso. El agua para humectar los caminos procederán del efluente (con calidad de uso para riego según los parámetros de la NCh 1.333) de las Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas.
- Los camiones que transporten materiales finos fuera de la zona de la planta lo efectuarán con carga cubierta

- La velocidad de vehículos será limitada en todas las vías de acceso internas.
- Los vehículos serán sometidos a un mantenimiento regular (incluido el afinamiento y la inspección de dispositivos de control de emisiones y sistemas de escape) para reducir las emisiones de gases. Los programas de mantenimiento cumplirán con las normas de emisión establecidas por el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones.

2.5.9.3 Residuos Líquidos

Producto de las obras y actividades de las modificaciones, no se contempla la generación de efluentes líquidos durante la operación. Los sistemas de agua reciclada serán diseñados para optimizar los recursos hídricos y para la reducción de emisiones.

Los siguientes puntos corresponden a los sistemas de control previstos para evitar la generación de efluentes líquidos.

- El agua de la Planta de Proceso contempla una recirculación de las soluciones del orden del 85%.
- El agua industrial utilizada para pruebas de laboratorio, es 100% recirculada a la planta de proceso.
- Las aguas de lavado de camiones serán enviadas a un estanque de decantación para posteriormente ser reutilizadas.

Se estima que se generarán aproximadamente un total de 9 m³/día de aguas servidas, producto de las obras y actividades de las modificaciones.

2.6 FASE DE CIERRE

En esta sección se describe la fase de cierre de las obras e instalaciones que conforman el proyecto "Optimización Proyecto Minero Cerro Casale" sometido al SEIA mediante el presente EIA, y que estarán operativas al término de la vida útil del proyecto.

La fase de cierre del proyecto se ha definido en función de los siguientes objetivos generales y específicos en materia de medio ambiente y seguridad de la población:

- Proteger la salud y seguridad de la población, controlando los factores de riesgo para terceros incluso después del cese de las operaciones.
- Evitar los impactos ambientales de largo plazo a través de medidas que controlen la erosión y la liberación o derrame de sustancias líquidas, gaseosas o sólidas después del cese de las operaciones.
- Controlar los efectos remanentes de largo plazo asociados al manejo de las aguas de contacto y la recuperación gradual del acuífero del campo de pozos de Piedra Pómez, hasta que se considere necesario.
- Cumplir con la normativa aplicable y los compromisos adquiridos por CMC, ejecutando medidas que permitan satisfacer las exigencias legales vigentes en materia de emisiones, efluentes, residuos, salud y seguridad.

En términos específicos, las medidas de cierre que se describen en esta sección están orientadas a lograr las siguientes condiciones para la etapa de post-cierre del proyecto:

- Ausencia de edificaciones y estructuras que signifiquen un riesgo para terceros.
- Áreas riesgosas debidamente delimitadas y señalizadas para prevenir el ingreso de terceros.
- Accesos bloqueados a las áreas riesgosas para evitar el ingreso de vehículos.
- Instalaciones remanentes no sujetas a erosión eólica e hídrica que pueda generar inestabilidad física y/o la liberación de algunas sustancias contaminantes u otra consecuencia indeseada.
- Ausencia de residuos, sustancias y materiales peligrosos y/o tóxicos expuestos al ambiente.
- Ausencia de suelos contaminados con reactivos de proceso, hidrocarburos u otras sustancias.
- Disponibilidad de sistemas adecuados y suficientes para el manejo de las aguas de contacto remanentes y la recuperación gradual del acuífero del campo de pozos.

Se debe señalar que la fase de post-cierre del proyecto requerirá la operación y mantención de las instalaciones de manejo de aguas, tanto en el sector cuenca río Nevado como en el campo de pozos de Piedra Pómez, por lo cual existirán operaciones de largo plazo en las áreas del proyecto (concepto de cierre activo). Asimismo, para apoyar estas actividades de post-cierre deberán mantenerse operativas algunas instalaciones auxiliares, como campamento, líneas de transmisión y subestaciones para suministro eléctrico, instalaciones sanitarias, entre otras, con

capacidades suficientes para satisfacer las demandas de mantención post-cierre, incluyendo el personal que participará en esta etapa.

Por otra parte, la presente descripción de la fase de cierre supone que las obras e instalaciones que queden en desuso por parte del Proyecto serán cerradas, desmanteladas y/o demolidas, dando cumplimiento a los objetivos planteados. Sin embargo, no se descarta que al término de la vida útil del proyecto algunas instalaciones (como líneas de transmisión eléctricas y plantas de tratamiento de aguas) puedan quedar operativas para otros usos, en la medida que ello represente un beneficio ambiental y/o social. En tales casos se definirá en su momento la modalidad (legal y contractual) de traspaso de las instalaciones para su operación por terceros.

2.6.1 Medidas generales de cierre

En primer término se describen las medidas generales de cierre que se aplicarán en las diversas instalaciones mineras y en las áreas que quedarán sin actividad post-cierre. Estas medidas apuntan a lograr los objetivos ya señalados y se agrupan en los siguientes ámbitos:

- Desmantelamiento y demolición de instalaciones
- Limpieza y sellado de tuberías
- Limpieza y eliminación de sustancias, materiales y residuos
- Remoción de suelos contaminados
- Movimientos de tierra y perfilamiento de relieves
- Manejo de escorrentías
- Señalética
- Manejo de residuos.
- Cierre de caminos y accesos

Desmantelamiento y demolición de instalaciones

El desmantelamiento de los equipos mecánicos y eléctricos se realizará procurando conservar las piezas y elementos para permitir su reventa o reutilización. Este desmantelamiento sólo considera las instalaciones en superficie.

Asimismo, el desmantelamiento de los elementos auxiliares como cableados y ductos, se efectuará a nivel de superficie, permaneciendo en su sitio los elementos enterrados.

Los estanques enterrados de combustibles serán removidos o desmantelados, previa recuperación del contenido, lavado y/o limpieza.

El desmantelamiento de las estructuras metálicas, madera y otros materiales livianos se realizará hasta el nivel del suelo.

Las fundaciones de concreto que sobresalgan el nivel del terreno serán demolidas, en la medida que esta actividad sea factible; en su defecto serán cubiertas y/o rellenadas con una capa de material inerte, como roca estéril de la mina y/o áridos disponibles en el sitio.

Las áreas que presenten fundaciones bajo el nivel de la superficie serán cubiertas con material inerte, como roca estéril de la mina y/o áridos disponibles en el lugar.

Como resultado de la ejecución de estas medidas, en las áreas del proyecto no quedarán estructuras ni equipos a la vista; todas las superficies previamente construidas quedarán despejadas y cubiertas con el mismo tipo de roca y/o sobrecarga natural de la zona.

Limpieza y sellado de tuberías

Las tuberías se vaciarán y limpiarán. Las tuberías superficiales serán desmanteladas y las tuberías enterradas serán selladas en los extremos. Los elementos enterrados (como ductos asociados al taller mina) serán vaciados y lavados para eliminar restos de hidrocarburos.

Limpieza y eliminación de sustancias, materiales y residuos

Posterior al cese de las operaciones se contempla realizar una limpieza general, incluyendo el retiro de residuos y el consumo y/o devolución de insumos a los proveedores.

Remoción de suelos contaminados

Los suelos contaminados producto de derrames de sustancias peligrosas (como hidrocarburos) serán removidos en toda la profundidad afectada. Los suelos contaminados serán manejados, según sea el caso, disponiéndolos en sitios autorizados para residuos peligrosos de acuerdo a la normativa vigente.

Movimientos de tierra y perfilamiento de relieves

En el área de operaciones, las zanjas, excavaciones y cavidades en general que presenten riesgo para terceros serán rellenadas con material inerte, como roca estéril de la mina y/o áridos disponibles en el lugar.

Los desniveles abruptos del terreno (riesgosos para terceros) serán suavizados mediante movimientos de tierra.

No se contempla la compactación del material mediante rodillo para así favorecer la infiltración de agua (principalmente nieve derretida) y evitar la generación de escorrentías y erosión.

Se procederá a nivelar y reperfilan las superficies una vez realizada la remoción completa de las instalaciones.

Manejo de escorrentías

Después de ejecutar la demolición y/o desmantelamiento de las instalaciones y de reperfilear los terrenos, se procederá a restaurar la red de drenaje local (pequeños cauces y quebradas) según su trazado original, y a desmantelar la tubería de desvío de las escorrentías naturales, habilitada para la fase de operación.

Los canales de contorno de la planta de procesamiento y pila de lixiviación, se dejarán en su lugar en forma permanente para prevenir libraciones de cianuro desde la pila de lixiviación y para evitar la sobrecarga del sistema de control de infiltraciones en situaciones extremas.

Señalética

La señalética de advertencia de peligro se instalará en todas las áreas riesgosas, con letreros dispuestos según sea el alcance de visibilidad de cada sector. Se considera instalar letreros empotrados de concreto u otro material duradero.

Manejo de residuos

Una vez que las áreas de manejo de residuos sólidos hayan sido cerradas, los residuos sólidos domiciliarios, los residuos industriales asimilables y los residuos sólidos inertes serán enviados a sitios autorizados de manejo y disposición final.

Los residuos sólidos peligrosos serán almacenados transitoriamente en recintos autorizados y luego trasladados a sitios de manejo y/o disposición final autorizados.

Los suelos contaminados se biorremediarán en el lugar o se llevarán a un sitio autorizado conforme sea su magnitud.

Los escombros de demolición serán acopiados temporalmente y luego enviados a sitios de disposición final que contarán con autorización.

Cierre de caminos y accesos

Los accesos a las distintas áreas que finalicen su actividad de cierre y no requieran mantención post-cierre serán cerrados mediante bermas o pretilos contruidos con roca estéril o tierra para bloquear así el acceso a las áreas riesgosas.

2.6.2 Medidas específicas de cierre

En esta sección también se describen las medidas de cierre específicas que se aplicarán en las obras e instalaciones que conforman el proyecto "Optimización Proyecto Minero Cerro Casale". Estas medidas específicas serán complementadas con las medidas generales de cierre descritas en la sección previa, según corresponda. Las medidas específicas se aplicarán en las siguientes obras e instalaciones:

- Pila de lixiviación (en su condición final de depósito de ripios)
- Acopio de sulfuros
- Planta de procesamiento
- Depósito de relaves de limpieza
- Líneas de transmisión y subestaciones eléctricas
- Concentraducto
- Campo de pozos
- Instalaciones de manejo de aguas

2.6.2.1 Instalaciones de Procesos

2.6.2.1.1 *Pila de Lixiviación*

Los ripios de lixiviación permanecerán en el sitio de la pila, y dado que el proceso de lixiviación culminará varios años antes que concluya el proceso de los minerales sulfurados, el cierre de esta instalación se realizará en forma anticipada al cierre del proyecto global.

La pila de ripios de lixiviación contará con una base revestida y un sistema de drenaje basal canalizado hacia el Área de Almacenamiento de Solución Lixiviada (AASL) situada bajo el área de la pila. En consecuencia, tanto las soluciones residuales de la pila como las aguas de contacto que se produzcan debido a las precipitaciones y deshielos, quedarán confinadas en dicha área.

Las aguas confinadas en el área AASL, serán recuperadas mediante el sistema de bombeo existente (risers) y enviadas a la planta de destrucción de cianuro y a la planta de columnas de carbón, donde el contenido de cianuro de estas aguas se reducirá a un nivel que asegure que durante la fase de cierre de la pila, toda agua que se libere al ambiente, tendrá una concentración de cianuro que cumplirá con la norma de agua potable NCh 409 (concentración menor a 0.05 ppm). Debido a que el proceso de cierre de la pila se realizará mientras continúa el proceso de los minerales sulfurados, las aguas resultantes se recircularán al proceso.

Una vez concluido el proceso de cierre, los ripios de lixiviación serán cubiertos paulatinamente con el material estéril de la mina, quedando en su mayor parte inmersos dentro del botadero de estériles.

Para evitar el ingreso de escorrentías al área de la pila, se dejarán operativos los sistemas de canales de contorno que permitirán interceptar y desviar las aguas.

En el período de post-cierre, las aguas de contacto que se generen producto del deshielo de la nieve precipitada directamente sobre el área de la pila fluirán a través de los intersticios del material hasta la base revestida y luego hasta la piscina subterránea (área de almacenamiento de solución lixiviada). Estas aguas serán recuperadas mediante el sistema de bombeo y enviadas a la planta de destrucción de cianuro y carbón en columnas para reducir el contenido de cianuro a un nivel que asegure que durante la fase de post-cierre, toda agua proveniente del

área del Proyecto que se libere al ambiente, tendrá una concentración de cianuro que cumplirá con la norma de agua potable NCh 409 (concentración menor a 0.05 ppm). Luego serán conducidas hasta el sistema de control de infiltraciones, donde serán sometidas a tratamiento (en conjunto con las infiltraciones) para remover los contenidos de metales y sales hasta niveles compatibles con los respectivos rangos de línea base. De esta forma, las aguas efluentes podrán ser incorporadas al flujo natural del río Nevado.

La recolección y tratamiento de las aguas de contacto se realizará durante todo el tiempo necesario hasta que la calidad de las aguas alcance condiciones compatibles con las de la línea base de la zona y no requieran tratamiento.

2.6.2.1.2 Acopio de sulfuros y acopio de remanejo

Los sulfuros acumulados en el acopio situado aguas arriba de la planta de procesamiento serán removidos y enviados al proceso, de manera previa al cese de las operaciones del proyecto. Si eventualmente existiera material que se decidiera no procesar, éste será removido del acopio y enviado al botadero de estériles, al igual que la capa superior del suelo, la cual podría contener restos de mineral. Por lo tanto, al término de la vida útil del proyecto no quedarán minerales remanentes en el sitio del acopio. Este sector será restaurado en términos de relieve y drenaje superficial, aplicándose las medidas generales de cierre.

2.6.2.1.3 Planta de Procesamiento

Las diversas unidades de proceso detendrán su operación al término de la vida útil del Proyecto, con excepción de la planta de destrucción de cianuro y a la planta de columnas de carbón, las cuales permanecerán operativas para reducir los contenidos de cianuro de las aguas de contacto que se generen en el post-cierre.

El cierre de las plantas de proceso se llevará a cabo aplicando las medidas generales descritas anteriormente, incluyendo limpieza, retiro de excedentes de reactivos, desmantelamiento y/o demolición de estructuras, demolición y/o cubrimiento de fundaciones, y restauración de cada sitio en términos de relieve y drenaje superficial.

2.6.2.1.4 Depósito de Relaves de Limpieza

Una vez concluida la fase de operación del depósito de relaves de limpieza, el material depositado experimentará gradualmente un proceso de secado superficial por evaporación y consolidación (compactación natural) de los relaves, alcanzando una condición de soporte que permitirá la circulación de maquinaria y vehículos sobre la superficie final (proceso que será monitoreado periódicamente hasta alcanzar la condición de soporte deseada). Durante este período de evaporación de agua y consolidación de los relaves se mantendrá operativa la tubería de desvío de aguas de no contacto y el sistema de recuperación de aguas claras, la cual se enviará a la planta de destrucción de cianuro y carbón en columnas que estará operativa.

Una vez alcanzada la condición de consolidación de los relaves, se iniciarán los trabajos de movimientos de tierra, cobertura y reperfilamiento de la superficie de los relaves, destinados a eliminar los puntos bajos donde pueda acumularse agua y a generar un canal superficial (canal ancho y de pequeña profundidad) capaz de conducir la crecida máxima probable hacia un evacuador de abandono, recolectando las aguas de los diversos cauces afluentes al depósito. Este canal superficial será revestido y contará con un recubrimiento de material granular grueso no erosionable por el flujo de agua.

El evacuador de abandono estará ubicado en el muro de confinamiento del depósito de relaves cianurados y tendrá capacidad para evacuar la Crecida Máxima Probable. Descargará a un sistema disipador de energía que canalizará las aguas a través de un canal superficial que se habilitará también en el depósito de relaves convencionales, el cual culminará en otro evacuador de abandono similar con sistema de disipación de energía.

Ambos evacuadores de abandono serán excavados en roca. El evacuador de abandono del depósito de relaves de limpieza se excavará en la roca del límite norte del muro de confinamiento de este depósito y el evacuador de abandono del depósito de relaves convencionales se excavará en roca por el lado este del botadero de estériles.

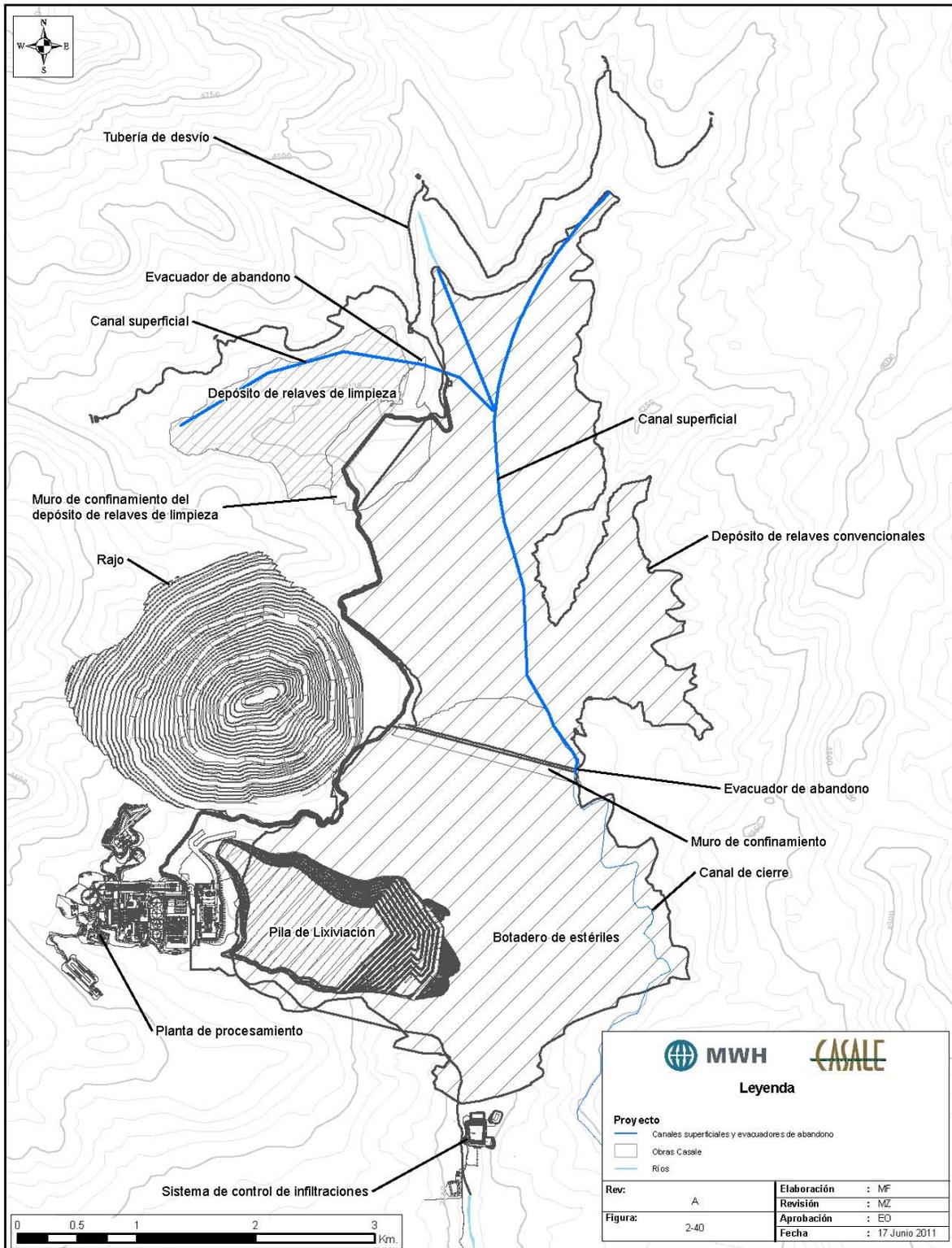
Además se instalará una cobertura de material inerte de baja permeabilidad en la superficie restante del depósito, o como alternativa una carpeta plástica recubierta con material granular. De esta forma se evitará el contacto de las precipitaciones directas y escorrentías laterales con el relave subyacente, y se facilitará la evacuación de las aguas a través del canal superficial.

Adicionalmente se contempla promover condiciones hídricas y de sustrato (suelo) que permitan la formación de vegetación azonal de tipo vega en el área del canalón y su entorno (donde existirá un flujo de agua prácticamente permanente), para lo cual se efectuarán sucesivas pruebas considerando tipo de sustrato, altura de escurrimiento de agua, trasplante de paños de vegetación, etc.

En caso que sea necesario, se construirán pretilos en los accesos al área del depósito de relaves, de modo de impedir el ingreso de vehículos, y se instalará señalética de advertencia de peligro en el perímetro del depósito de relaves, utilizando letreros empotrados de concreto u otro material duradero.

En la Figura 2-43, se presenta la ubicación de los canales superficiales y evacuadores de abandono en la fase de cierre del depósito de relaves.

Figura 2-43. Ubicación de Canales Superficiales y Evacuadores de Abandono



Fuente: Elaboración propia.

2.6.2.2 Áreas de Servicio

La fase de cierre de las instalaciones de áreas de servicio, se llevará a cabo aplicando las medidas generales pertinentes (ver sección 2.6.1), incluyendo desmantelamiento y/o demolición de estructuras, demolición y/o cubrimiento de fundaciones, y restauración del sitio en términos de relieve y drenaje superficial.

Las obras que se incluyen como áreas de servicio son las siguientes:

- Plataformas multipropósito
- Áreas de Manejo de Residuos Sólidos
- Área de Campamento y de Contratistas
- Áreas de Extracción de Empréstito
- Aeródromo
- Camino de Acceso a la Planta de Procesamiento
- Mini central hidroeléctrica

Sin embargo, a continuación se detallan algunas actividades para la fase de cierre de las Áreas de Manejo de Residuos Sólidos y de la Mini central hidroeléctrica.

Áreas de Manejo de Residuos Sólidos

Con respecto a los rellenos sanitarios de residuos domiciliarios y de residuos industriales no peligrosos, es preciso señalar que la fase de cierre se realizará posterior al término de la fase de post-cierre del Proyecto, conforme a un procedimiento que se ajusta a la normativa vigente.

Se dará aviso a la Autoridad Sanitaria competente del término de las operaciones de disposición final de residuos, a más tardar 15 días después de que la instalación haya completado su capacidad autorizada para recibir residuos sólidos. A partir de este aviso se iniciará la ejecución del Plan de Cierre.

En un plazo no superior a 365 días de finalizada la disposición final de residuos sólidos en los rellenos sanitarios se habrá completado la colocación de la cobertura final sobre su superficie. La cobertura final tendrá como mínimo un espesor de 60 centímetros y una conductividad hidráulica inferior o igual 1×10^{-5} cm/s.

Sobre la cobertura final se instalará una capa de protección contra la erosión consistente en una capa de suelo de la zona de al menos 15 cm de espesor, para facilitar la revegetación con plantas de la zona. El Plan de Cierre se mantendrá por un período de al menos 20 años e incorporará las siguientes actividades:

- Mantenimiento de la integridad de la cobertura final;
- Mantenimiento y control del sistema de intercepción de escorrentías superficiales;
- Mantenimiento y operación del sistema de control de lixiviados;

- Mantenimiento y operación del sistema de manejo de biogás;
- Monitoreo de aguas subterráneas.
- Informar trimestralmente a la Autoridad Sanitaria

Mini central hidroeléctrica

El cierre de la mini-central hidroeléctrica se llevará a cabo aplicando las medidas generales pertinentes, incluyendo desmantelamiento y/o demolición de estructuras, demolición y/o cubrimiento de fundaciones, y restauración del sitio en términos de relieve y drenaje superficial. Además se procederá al desmantelamiento y retiro de los elementos eléctricos, aplicando medidas análogas a las que se señalan para el cierre de las subestaciones eléctricas.

2.6.2.3 Sistema de Transmisión y Distribución Eléctrica

2.6.2.3.1 Líneas de transmisión eléctrica

Para las líneas de transmisión eléctrica se contempla que puedan quedar operativas para terceros. En caso de no ser requerida la mantención de su operatividad, se contemplan actividades para su desmonte y desmantelamiento, las cuales se indican a continuación:

- Los conductores y cable de guardia de las líneas de transmisión eléctrica serán desmontados de las estructuras y clasificados para su comercialización, reutilización o disposición final.
- Las estructuras metálicas de las torres serán desmanteladas y removidas hasta el nivel de las fundaciones.
- Las piezas metálicas retiradas serán comercializadas, reutilizadas y/o manejadas como residuo industrial inerte.
- Las fundaciones y soportes de concreto serán demolidos hasta el nivel del terreno, permaneciendo las partes inferiores en el subsuelo.
- Los escombros serán transportados para su disposición de acuerdo a la normativa. El terreno a lo largo de los trazados será remodelado mediante movimientos de tierra menores a fin de otorgar un relieve similar al del entorno.

2.6.2.3.2 Subestaciones eléctricas

Las instalaciones de las subestaciones eléctricas serán desmanteladas, incluyendo el desarme de las salas de control y el retiro de los transformadores, generadores de emergencia y demás equipos y elementos anexos. Los equipos, motores y otros elementos similares serán desmontados y clasificados para su comercialización, reutilización o manejo como residuo industrial, distinguiéndose entre los elementos inertes y aquellos con características de peligrosidad. Las estructuras metálicas serán desmanteladas y removidas hasta el nivel de las fundaciones, incluyendo los soportes estructurales de equipos, otras instalaciones anexas, y el cierre perimetral. Las piezas metálicas retiradas serán comercializadas, reutilizadas y/o manejadas como residuo industrial inerte. Las fundaciones y soportes de concreto, incluyendo

pilares, muros y estructuras similares serán demolidos hasta el nivel del terreno, permaneciendo las partes inferiores en el subsuelo. Los escombros serán transportados para su disposición de acuerdo a la normativa. Los refuerzos metálicos serán cortados y manejados conjuntamente con las estructuras metálicas. Los pisos de concreto a nivel del terreno serán cubiertos con material granular.

2.6.2.4 Ductos

2.6.2.4.1 *Concentraducto*

En primer término se procederá al drenaje del ducto para remover el concentrado acumulado. Este producto será recibido en la planta de filtros y será manejado convencionalmente para su posterior embarque. Luego se procederá al lavado del ducto haciendo pasar agua, la cual arrastrará los restos de concentrado que hubieran quedado en su interior. El agua será recibida en la planta de filtros, donde se removerá el producto, y luego será enviada a las instalaciones de manejo de las aguas de filtros.

El ducto será sellado en ambos extremos, permaneciendo enterrado a lo largo de su trazado. Las estructuras y dispositivos instalados en superficie serán desmantelados y/o demolidas, procediéndose al desarme de los elementos metálicos y a la demolición de los elementos de concreto. Los materiales resultantes serán manejados como residuos de acuerdo a su clasificación conforme a la normativa vigente.

Las piscinas de emergencia serán removidas eliminando los pretilos y rellenando el área de la respectiva cubeta. Las carpetas o geomembranas permanecerán enterradas. En caso de que las geomembranas hayan sido contaminadas con concentrado, serán retiradas para disponerlas en lugar autorizado.

Posteriormente se procederá a nivelar el terreno en las zonas que lo requieran, incluyendo medidas para escarificar la superficie a fin de permitir su revegetación y el normal escurrimiento de las aguas. Finalmente se efectuará una limpieza general de las áreas.

2.6.2.4.2 *Acueductos*

Tanto la tubería del acueducto La Gallina como la del acueducto para agua de Piedra Pómez, no serán retiradas del lugar. Concluida la vida útil de estas, se procederá a sellar los extremos de las mismas mediante concreto.

Las instalaciones de suministro de agua, como bombas y equipos serán desmanteladas y las estructuras de hormigón serán demolidas y retiradas de la zona siendo llevadas a un lugar autorizado para su disposición.

2.6.2.5 Instalaciones de Manejo de Aguas

2.6.2.5.1 Sector Piedra Pómez

El campo de pozos de Piedra Pómez quedará operativo después del término de la vida útil del Proyecto a fin de mantener el caudal de extracción requerido para continuar en el largo plazo con el manejo del acuífero (reinyección del agua en el extremo suroeste de la cuenca para mantener el nivel freático en su rango de línea base, definida como Fase II en el Anexo 2 -I). Por lo tanto, se mantendrán las instalaciones de suministro eléctrico y tuberías, aunque éstas se adecuarán (reducirán) en capacidad de acuerdo a los menores caudales que se manejarán en el post-cierre (del orden del 10% del caudal de operación). Un mayor detalle de las actividades asociadas a la fase II de la extracción del Campo de Pozos de Piedra Pómez se desarrolla en el Anexo 2 - I, Apéndice 2 - I - I.

El cierre de las instalaciones que no se requieran en este período (por ejemplo el sistema de bombas principales) se realizará conforme a las medidas generales de cierre descritas anteriormente. Después de concluidas las actividades generales de cierre, será necesario continuar con el sistema de manejo del acuífero de Piedra Pómez, realizando las siguientes actividades:

- Tratamiento de las aguas del campo de pozos en una planta de osmosis inversa en la cantidad prevista para su reinyección.
- Reinyección del agua tratada del campo de pozos para mantener sin descensos significativos los niveles freáticos en el borde del acuífero colindante con sistemas vecinos.
- Mantenimiento rutinario de las instalaciones del sistema de manejo del acuífero.

El sistema de manejo del acuífero de Piedra Pómez se ha diseñado para reinyectar un total aproximado de 90 l/s en dos zonas de reinyección ubicadas en el extremo suroeste de la cuenca. En el Plano 2-32, se presenta la ubicación de los componentes de este sistema.

Una de las zonas de reinyección se ubicará en el kilómetro 2 del trazado del acueducto, y se ha diseñado para reinyectar 70 l/s. La segunda zona se ubicará en el kilómetro 12 del trazado del acueducto, y se ha diseñado para reinyectar 20 l/s.

El sistema de manejo del acuífero de Piedra Pómez se compone de instalaciones que se mantienen del sistema de suministro de agua del Proyecto, utilizadas en la fase de operación. Las instalaciones que se mantienen son las siguientes:

- Ramal 3 (pozos BBPW-1, BBPW-2 y BBPW-3 y sistemas de bombeo).
- Estanque de transferencia
- Piscina de emergencia

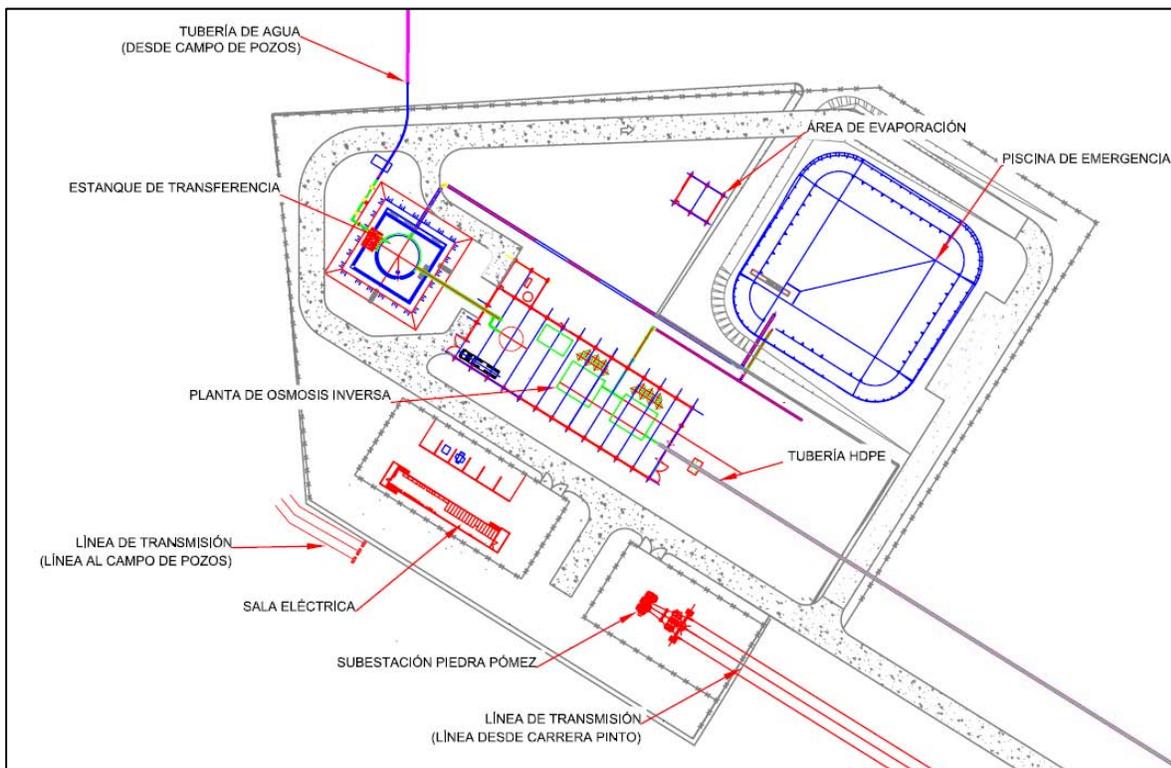
Tanto el estanque de transferencia como la piscina de emergencia se ubican en el área de la estación de bombeo del acueducto, la cual fue descrita en la sección 2.3.5.3.2. Las

instalaciones que se incluyen como nuevas obras para el sistema de manejo del acuífero de Piedra Pómez, son las siguientes:

- Planta de osmosis inversa
- Tubería de HDPE
- Dos puntos de infiltración

La planta de osmosis inversa también se ubicará en el área de la estación de bombeo, por lo tanto no ocupará nueva superficie. En la Figura 2-44, se presentan las instalaciones asociadas a la planta de osmosis inversa.

Figura 2-44. Planta de Osmosis Inversa Piedra Pómez



Fuente: CMC, 2011.

De manera preliminar se estima que el caudal máximo a bombear desde los pozos hasta el estanque de transferencia de la planta de osmosis inversa, es del orden de 130 l/s.

La planta de osmosis inversa estará compuesta de dos módulos. La salmuera generada por la operación de la planta de osmosis inversa, será acumulada en la piscina de emergencia y se manejará en un área de evaporación.

El agua tratada en la planta de osmosis inversa será bombeada para conseguir el flujo necesario en las zonas de reinyección. El transporte del agua a estas zonas se realizará por medio de una tubería de HDPE, la cual irá paralela al trazado del acueducto.

La primera zona de reinyección, ubicada en el kilómetro 2 del acueducto, consistirá en una ramal de aproximadamente 2 km de una tubería de HDPE corrugada y perforada.

La segunda zona de reinyección, ubicada en el kilómetro 12 del acueducto, consistirá en un ramal de aproximadamente 1 km de una tubería de HDPE corrugada y perforada.

Una vez que concluya el manejo de acuífero se procederá al cierre de todas las instalaciones, incluyendo estaciones de bombeo, líneas de distribución eléctrica, planta de osmosis inversa, tuberías y pozos.

2.6.2.5.2 Sector Cuenca Río Nevado

El sistema de desvío de aguas de no contacto (tubería de desvío y obras de intercepción) será desmantelado posterior a las actividades de cierre del depósito de relaves (descrito anteriormente), procediéndose a la restauración de los trazados, particularmente en los puntos de cruce de cauces.

El sistema de control de infiltraciones, consistente principalmente en un muro cortafugas, pozos de bombeo y restitución, piscina de aguas de contacto y planta de osmosis inversa, se mantendrá operativo durante el tiempo necesario hasta que las aguas adquieran una calidad compatible con los rangos de línea base y puedan ser devueltas al río sin tratamiento.

Antes de alcanzarse dicha condición, las aguas continuarán siendo sometidas a tratamiento en la planta de neutralización con cal (pulpa de alta densidad, HDS) y la planta de osmosis inversa, que permitirán aumentar el pH a un nivel neutro y abatir la carga de metales y sales. Las aguas serán retornadas al río Nevado dentro de los rangos de calidad y cantidad de línea base.

Las aguas de descarte del tratamiento serán evaporadas en el espejo de aguas que se formará al interior del rajo después del cese de la operación de los sistemas de desagüe. Debido al déficit hídrico de la zona (precipitación anual menor que la tasa de evaporación), el agua se evaporará sin generar excedentes que puedan rebosar el rajo y escurrir hacia cauces naturales. Asimismo, debido a que el fondo del rajo se ubicará por debajo de las unidades de roca de mayor permeabilidad (mayor grado de fracturamiento), el agua acumulada no infiltrará hacia sectores adyacentes. Se anticipa que las aguas pueden experimentar un proceso natural de acidificación por su contacto con roca con contenidos de sulfuros; sin embargo, debido a que el agua no tendrá posibilidad de migrar fuera del rajo, no será necesario adoptar medidas especiales.

Después de concluidas las actividades de cierre propiamente tales (limpieza, demoliciones, restauración de terrenos y redes de drenaje, etc.) será necesario permanecer en el sector cuenca río Nevado realizando las siguientes actividades:

- Recolección y tratamiento de los drenajes de la pila de lixiviación en la planta de destrucción de cianuro y a la planta de columnas de carbón, para reducir el contenido de cianuro a un

nivel que asegure que durante la fase de post-cierre, toda agua proveniente del área del Proyecto que se libere al ambiente, tendrá una concentración de cianuro que cumplirá con el límite de cianuro de la norma de agua potable NCh 409).

- Captura de las aguas de contacto interceptadas en el sistema de control de infiltraciones ubicado al pie del botadero de estériles.
- Tratamiento de las aguas de contacto y los drenajes de la pila de lixiviación (después de remover el cianuro) en la planta de neutralización con cal (pulpa de alta densidad, HDS) y la planta de osmosis inversa.
- Restitución de aguas tratadas en el río Nevado, aguas abajo del sistema de control de infiltraciones, mediante pozos de restitución, con calidad compatible con los rangos de línea base.
- Mantenimiento rutinario de las instalaciones de proceso señaladas previamente.
- Monitoreo de calidad de aguas.

Al término del período de tratamiento de las aguas para restituir en el río Nevado, se procederá a dismantelar las instalaciones según las medidas generales ya descritas.

2.6.2.5.3 Sector Punta Padrones

La fase de cierre de las instalaciones de la planta de osmosis inversa, se llevará a cabo aplicando las medidas generales pertinentes (dismantelamiento y/o demolición de estructuras), sin perjuicio de otro uso que terceros puedan asignarles.

Con respecto a la piscina de almacenamiento temporal de agua tratada, se distribuirá el agua tratada con calidad de uso para riego según los parámetros de la NCh 1.333 cuyo uso será definido durante la fase de operación del Proyecto.

En la piscina de almacenamiento temporal de agua de rechazo posterior a la evaporación de su contenido se realizará el retiro final del sedimento remanente, el cual será retirado, transportado y dispuesto por terceros autorizados.

2.6.2.6 Instalaciones de Gestión de Tránsito

El patio de estacionamiento presenta su cierre coincidente con el final de la fase de operación del Proyecto. El cierre de esta instalación se llevará a cabo aplicando las medidas generales pertinentes, incluyendo dismantelamiento y/o demolición de estructuras, demolición y/o cubrimiento de fundaciones.