



**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
 PROYECTO MINERO QUEBRADA BLANCA FASE 2**

**CAPÍTULO 4
 “PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL”**

TQB14016-REP-MA-0225

INDICE

4	CAPÍTULO PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	4-1
4.1	INTRODUCCIÓN.....	4-1
4.2	METODOLOGÍA.....	4-3
4.2.1	ETAPA I – IDENTIFICACIÓN DE FUENTES POTENCIALES DE ALTERACIÓN Y COMPONENTES AMBIENTALES SUSCEPTIBLES DE SER AFECTADOS	4-5
4.2.2	ETAPA II – IDENTIFICACIÓN Y ESTIMACIÓN DE ALTERACIONES DIRECTAS E INDIRECTAS (IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES).....	4-5
4.2.3	ETAPA III – EVALUACIÓN DE IMPACTO	4-5
4.3	PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	4-12
4.3.1	ETAPA I – IDENTIFICACIÓN DE FUENTES POTENCIALES DE ALTERACIÓN Y COMPONENTES AMBIENTALES SUSCEPTIBLES DE SER AFECTADOS	4-12
4.3.1.1	Fase de Construcción	4-12
4.3.1.1.1	Todas las áreas.....	4-12
4.3.1.1.2	Área Mina.....	4-13
4.3.1.1.3	Área Obras Lineales.....	4-18
4.3.1.1.4	Área Pampa	4-21
4.3.1.1.5	Área Puerto	4-23
4.3.1.2	Fase de Operación.....	4-25
4.3.1.2.1	Todas las áreas.....	4-25
4.3.1.2.2	Área Mina.....	4-26
4.3.1.2.3	Área Obras Lineales.....	4-31
4.3.1.2.4	Área Pampa	4-31
4.3.1.2.5	Área Puerto	4-32
4.3.1.3	Fase de Cierre	4-33
4.3.1.3.1	Todas las áreas.....	4-33

4.3.1.3.2	Área Mina	4-33
4.3.1.3.3	Área Obras Lineales.....	4-36
4.3.1.3.4	Área Pampa	4-36
4.3.1.3.5	Área Puerto	4-37
4.3.1.4	Definición de los Componentes Ambientales del Proyecto.....	4-38
4.3.2	ETAPA II: IDENTIFICACIÓN Y ESTIMACIÓN DE ALTERACIONES DIRECTAS E INDIRECTAS DEL PROYECTO	4-39
4.3.2.1	Matriz Causa – Efecto.....	4-39
4.3.2.2	Alteraciones Directas e Indirectas	4-50
4.3.3	ETAPA III: EVALUACIÓN DE IMPACTOS DEL PROYECTO.....	4-58
4.3.3.1	Definición de Áreas Envolventes (AE).....	4-58
4.3.3.2	Medio Físico.....	4-59
4.3.3.2.1	Calidad del Aire	4-59
4.3.3.2.2	Ruido.....	4-146
4.3.3.2.3	Geología, Geomorfología y Riesgos Naturales.....	4-195
4.3.3.2.4	Suelos	4-211
4.3.3.2.5	Vibraciones	4-248
4.3.3.2.6	Hidrología.....	4-267
4.3.3.2.7	Hidrogeología	4-288
4.3.3.2.8	Calidad de Agua Superficial y Subterránea	4-309
4.3.3.2.9	Recursos Hídricos Marinos.....	4-327
4.3.3.3	Ecosistemas Terrestres.....	4-357
4.3.3.3.1	Plantas (Flora Vascular y Vegetación).....	4-357
4.3.3.3.2	Algas, Hongos y Líquenes (Flora no Vascular).....	4-378
4.3.3.3.3	Animales Silvestres	4-385
4.3.3.4	Ecosistemas Acuáticos Continentales.....	4-418
4.3.3.4.1	Calidad del Agua, Sedimentos y Biota.....	4-418
4.3.3.5	Ecosistemas Marinos	4-435
4.3.3.6	Medio Social	4-466
4.3.3.6.1	Patrimonio Cultural	4-466
4.3.3.6.2	Paisaje	4-492
4.3.3.6.3	Áreas Protegidas y Sitios Prioritarios para la Conservación	4-510
4.3.3.6.4	Atractivos Culturales o Naturales y sus Interrelaciones	4-527
4.3.3.6.5	Uso del Territorio y su Relación con la Planificación Territorial....	4-540
4.3.3.6.6	Medio Humano	4-555
4.3.3.7	Proyectos con RCA.....	4-624
4.3.4	EFFECTOS AMBIENTALES NO SIGNIFICATIVOS	4-631
4.3.5	EFFECTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS.....	4-632

TABLAS

Tabla 4-1.	Magnitud v/s Valor Ambiental.	4-7
Tabla 4-2.	Rangos de Valor Ambiental del Componente.	4-7
Tabla 4-3.	Rangos de Intensidad.	4-8
Tabla 4-4.	Parámetros de Calificación de Impactos Ambientales Potenciales.	4-10
Tabla 4-5.	Rangos de Jerarquización Ambiental de Impactos Potenciales.	4-11
Tabla 4-6.	Actividades específicas del Proyecto y fuentes de alteración. Fase Construcción. Todas las partes y obras.	4-12
Tabla 4-7.	Actividades específicas del Proyecto y fuentes de alteración. Fase Construcción. Área Mina.	4-13
Tabla 4-8.	Actividades específicas del Proyecto y fuentes de alteración. Fase Construcción. Área Obras Lineales.	4-19
Tabla 4-9.	Actividades específicas del Proyecto y fuentes de alteración. Fase Construcción. Área Pampa.	4-21
Tabla 4-10.	Actividades específicas del Proyecto y fuentes de alteración. Fase Construcción. Área Puerto.	4-23
Tabla 4-11.	Actividades específicas del Proyecto y fuentes de alteración. Fase Operación. Todas las partes y obras.	4-25
Tabla 4-12.	Actividades específicas del Proyecto y fuentes de alteración. Fase Operación. Área Mina.	4-26
Tabla 4-13.	Actividades específicas del Proyecto y fuentes de alteración. Fase Operación. Área Obras Lineales.	4-31
Tabla 4-14.	Actividades específicas del Proyecto y fuentes de alteración. Fase Operación. Área Pampa.	4-31
Tabla 4-15.	Actividades específicas del Proyecto y fuentes de alteración. Fase Operación. Área Puerto.	4-32
Tabla 4-16.	Actividades específicas del Proyecto y fuentes de alteración. Fase Cierre. Todas las partes y obras.	4-33
Tabla 4-17.	Actividades específicas del Proyecto y fuentes de alteración. Fase Cierre. Área Mina. ...	4-33
Tabla 4-18.	Actividades específicas del Proyecto y fuentes de alteración. Fase Cierre. Área Obras Lineales.	4-36
Tabla 4-19.	Actividades específicas del Proyecto y fuentes de alteración. Fase Cierre. Área Pampa.	4-36
Tabla 4-20.	Actividades específicas del Proyecto y fuentes de alteración. Fase Cierre. Área Puerto.	4-37
Tabla 4-21.	Componentes Ambientales del Proyecto.	4-38
Tabla 4-22.	Matriz Causa – Efecto Fase de Construcción.	4-40
Tabla 4-23.	Matriz Causa – Efecto Fase de Operación.	4-44
Tabla 4-24.	Matriz Causa – Efecto Fase de Cierre.	4-47
Tabla 4-25.	Alteraciones directas e indirectas fase de Construcción.	4-50
Tabla 4-26.	Alteraciones directas e indirectas fase de Operación.	4-53

Tabla 4-27.	Alteraciones directas e indirectas fase de Cierre.	4-55
Tabla 4-28.	Normativa de Calidad de Aire, Utilizada como criterio de Evaluación.	4-59
Tabla 4-29.	Estaciones de monitoreo de calidad del aire, receptores sensibles.	4-61
Tabla 4-30.	Estaciones de monitoreo de calidad del aire, Campamentos mineros.	4-62
Tabla 4-31.	Resumen por año MP ₁₀ medido en el Área Mina (Localidades).	4-64
Tabla 4-32.	Resumen por año MP ₁₀ medido en campamentos del Área Mina.	4-64
Tabla 4-33.	Resumen por año MP _{2,5} medido en Área Mina.	4-65
Tabla 4-34.	Resumen por año MP _{2,5} , campamentos del Área Mina.	4-65
Tabla 4-35.	Resumen por año MPS medido en Área Mina.	4-66
Tabla 4-36.	Resumen por año Gases medido en Área Mina.	4-66
Tabla 4-37.	Resumen por año MP ₁₀ medido en Área Obras Lineales.	4-67
Tabla 4-38.	Resumen por año MP _{2,5} medido en Área de Obras Lineales.	4-67
Tabla 4-39.	Resumen por año de MPS medidos en el Área Obras lineales.	4-68
Tabla 4-40.	Resumen por año MP ₁₀ medido en Área Pampa.	4-69
Tabla 4-41.	Resumen por año MP _{2,5} medido en Área Pampa.	4-69
Tabla 4-42.	Resumen por año MP ₁₀ medido en Área Puerto.	4-70
Tabla 4-43.	Resumen por año MP _{2,5} medido en Área Puerto.	4-70
Tabla 4-44.	Análisis Comparativo con Normativa Referencial de MP ₁₀ "Escenario Situación Actual Área Mina".	4-74
Tabla 4-45.	Resultados de MP ₁₀ Campamentos Mineros "Escenario Situación Actual Área Mina".	4-74
Tabla 4-46.	Análisis Comparativo con Normativa Referencial de MP _{2,5} "Escenario Situación Actual Área Mina".	4-75
Tabla 4-47.	Análisis Resultados de MP _{2,5} Campamentos Mineros "Escenario Situación Actual Área Mina".	4-75
Tabla 4-48.	Análisis Comparativo con Normativa Referencial MPS, "Escenario Situación Actual Área Mina".	4-75
Tabla 4-49.	Análisis de Resultados de Gases para Estación Tambo-Tarapacá, "Escenario Situación Actual Área Mina".	4-76
Tabla 4-50.	Análisis Comparativo con Normativa Referencial de MP ₁₀ , "Escenario Situación Actual Área Obras Lineales".	4-77
Tabla 4-51.	Análisis Comparativo con Normativa Referencial de MP _{2,5} "Escenario Situación Actual Área Obras Lineales".	4-78
Tabla 4-52.	Análisis de Cumplimiento de Normativa Referencial MPS, "Escenario situación actual, Estaciones Área Obras Lineales".	4-78
Tabla 4-53.	Resultados Vigente de MP ₁₀ , "Escenario Situación Actual Área Pampa".	4-79
Tabla 4-54.	Resultado Vigente de MP _{2,5} "Escenario Situación Actual Área Pampa".	4-79
Tabla 4-55.	Análisis Comparativo con Normativa Referencial MP ₁₀ , "Escenario Situación Actual Área Puerto".	4-80
Tabla 4-56.	Análisis Comparativo con Normativa Referencial MP _{2,5} "Escenario Situación Actual Área Puerto".	4-81

Tabla 4-57.	Análisis Comparativo con Normativa Referencial MP ₁₀ , “Escenario Fase Construcción Área Mina”.	4-82
Tabla 4-58.	Resultados MP ₁₀ Campamentos “Escenario Fase Construcción Área Mina”.	4-82
Tabla 4-59.	Análisis Comparativo con Normativa Referencial MP _{2.5} “Escenario Fase Construcción Área Mina”.	4-86
Tabla 4-60.	Resultados MP _{2.5} Campamentos “Escenario Fase Construcción Área Mina”.	4-87
Tabla 4-61.	Análisis Comparativo con Normativa Referencial MPS, “Escenario Fase Construcción Área Mina”.	4-90
Tabla 4-62.	Análisis de Resultados de Gases para Estación Tambo-Tarapacá “Escenario Fase Construcción Área Mina”.	4-93
Tabla 4-63.	Análisis Comparativo con Normativa Referencial MP ₁₀ , “Escenario Fase Construcción Área Obras Lineales”.	4-100
Tabla 4-64.	Análisis Comparativo con Normativa Referencial MP _{2.5} “Escenario Fase Construcción Área Obras Lineales”.	4-101
Tabla 4-65.	Análisis Comparativo con Normativa Referencial MPS, “Escenario Fase Construcción, Estaciones Área Obras Lineales”.	4-102
Tabla 4-66.	Resultados MP ₁₀ Campamentos “Escenario Fase Construcción Área Pampa”.	4-104
Tabla 4-67.	Resultados MP _{2.5} Campamentos “Escenario Fase Construcción Área Pampa”.	4-104
Tabla 4-68.	Análisis Comparativo con Normativa Referencial MP ₁₀ , “Escenario Fase Construcción Área Puerto”.	4-105
Tabla 4-69.	Análisis Comparativo con Normativa Referencial MP _{2.5} “Escenario Fase Construcción Área Puerto”.	4-106
Tabla 4-70.	Análisis Comparativo con Normativa Referencial MP ₁₀ , “Escenario Fase Operación Área Mina”.	4-107
Tabla 4-71.	Resultados MP ₁₀ Campamentos “Escenario Fase Operación Área Mina”.	4-108
Tabla 4-72.	Análisis Comparativo con Normativa Referencial MP _{2.5} “Escenario Fase Operación Área Mina”.	4-111
Tabla 4-73.	Resultados Vigente MP _{2.5} “Escenario Fase Operación Campamentos Área Mina”.	4-111
Tabla 4-74.	Análisis Comparativo con Normativa Referencial MPS, “Escenario Fase Operación Área Mina”.	4-115
Tabla 4-75.	Análisis de Resultados de Gases para Estación Tambo-Tarapacá, “Escenario Fase Operación Área Mina”.	4-118
Tabla 4-76.	Análisis Comparativo con Normativa Referencial MP ₁₀ , “Escenario Fase Operación Área Obras Lineales”.	4-125
Tabla 4-77.	Análisis Comparativo con Normativa Referencial MP _{2.5} “Escenario Fase Operación Área Obras Lineales”.	4-126
Tabla 4-78.	Análisis Comparativo con Normativa Referencial MPS, “Escenario Fase Operación, Estaciones Área Obras Lineales”.	4-127
Tabla 4-79.	Análisis Comparativo con Normativa Referencial MP ₁₀ , “Escenario Fase Operación Área Puerto”.	4-129
Tabla 4-80.	Análisis Comparativo con Normativa Referencial MP _{2.5} “Escenario Fase Operación Área Puerto”.	4-129
Tabla 4-81.	Análisis Comparativo con Normativa Referencial MP ₁₀ Escenario Fase Cierre.	4-131

Tabla 4-82	Resultados MP ₁₀ Campamentos “Escenario Fase Cierre Área Mina”	4-131
Tabla 4-83.	Análisis Comparativo con Normativa Referencial MP _{2.5} “Escenario Etapa de Cierre Área Mina”	4-134
Tabla 4-84	Resultados MP _{2.5} Campamentos “Escenario Fase Cierre Área Mina”	4-134
Tabla 4-85.	Análisis Comparativo con Normativa Referencial MP ₁₀ , “Escenario Etapa de Cierre Área Obras Lineales”	4-138
Tabla 4-86.	Análisis Comparativo con Normativa Referencial MP _{2.5} “Escenario Etapa de Cierre Área Obras Lineales”	4-139
Tabla 4-87.	Análisis Comparativo con Normativa Referencial MP ₁₀ , “Escenario Etapa de Cierre Área Puerto”	4-140
Tabla 4-88.	Análisis Comparativo con Normativa Referencial MP _{2.5} “Escenario Etapa de Cierre Área Puerto”	4-141
Tabla 4-89.	Identificación de impactos Calidad del Aire.	4-142
Tabla 4-90.	Calificación Intensidad Impacto CA-1.	4-144
Tabla 4-91	Matriz de Calificación Impacto CA-1.	4-144
Tabla 4-92.	Descripción de los Puntos de Medición de Ruido Receptores Humano y Social.	4-147
Tabla 4-93.	Descripción de los Puntos de Medición de Ruido Receptor Fauna.	4-149
Tabla 4-94.	Resultados de las Mediciones Basales de Ruido - Interés Humano y Social.	4-152
Tabla 4-95.	Resultados de las Mediciones Basales de Ruido - Interés Fauna.	4-153
Tabla 4-96.	Puntos receptores de Fauna Relocalizada.	4-156
Tabla 4-97.	Niveles Máximos Permisibles NPC Según Zona y Horario.	4-159
Tabla 4-98.	Límites de ruido Reglamento de la Confederación Suiza 814.41.	4-160
Tabla 4-99.	Escenarios Modelación Acústica.	4-163
Tabla 4-100.	Identificación de Impactos Ruido.	4-166
Tabla 4-101.	Efectos potenciales del ruido sobre la fauna.	4-175
Tabla 4-102.	Efectos sobre fauna de acuerdo a niveles de ruido.	4-176
Tabla 4-103.	Sensibilidad y rango de frecuencia para cada grupo de vertebrados.	4-178
Tabla 4-104.	Calificación Intensidad Impacto RU-1 Fase Construcción.	4-185
Tabla 4-105.	Matriz de Calificación Impacto RU-1 Fase de Construcción.	4-186
Tabla 4-106.	Calificación Intensidad Impacto RU-1 Fase Operación.	4-187
Tabla 4-107.	Matriz de Calificación Impacto RU-1 Fase de Operación.	4-187
Tabla 4-108.	Calificación Intensidad Impacto RU-1 Fase Cierre.	4-188
Tabla 4-109.	Matriz de Calificación Impacto RU-1 Fase de Cierre.	4-189
Tabla 4-110.	Calificación Intensidad Impacto RU-2 Fase Construcción.	4-190
Tabla 4-111.	Matriz de Calificación Impacto RU-2 Fase de Construcción.	4-191
Tabla 4-112.	Calificación Intensidad Impacto RU-2 Fase Operación.	4-192
Tabla 4-113.	Matriz de Calificación Impacto RU-2 Fase de Operación.	4-192
Tabla 4-114.	Calificación Intensidad Impacto RU-2 Fase Cierre.	4-193
Tabla 4-115.	Matriz de Calificación Impacto RU-2 Fase de Cierre.	4-194

Tabla 4-116.	Superficie y participación porcentual por Tipo y Fase de suelo, Área Mina.....	4-212
Tabla 4-117.	Superficie por capacidad de uso de suelo, Área Mina.	4-212
Tabla 4-118.	Superficie y participación porcentual por Tipo y Fase de suelo, Área Obras Lineales.	4-214
Tabla 4-119.	Superficie por Capacidad de uso, Área Obras Lineales.....	4-215
Tabla 4-120.	Superficie y participación porcentual por Tipo y Fase de suelo, Área Pampa.	4-216
Tabla 4-121.	Capacidad de Uso, superficie y porcentaje Área Pampa.	4-216
Tabla 4-122.	Superficie y participación porcentual por Tipo y Fase de suelo, Área Puerto.....	4-217
Tabla 4-123.	Superficie por Capacidad de Uso, área Puerto.	4-217
Tabla 4-124.	Superficie de intervención por Clase de Capacidad de Uso.	4-219
Tabla 4-125.	Superficie de intervención en suelo por Clase de Capacidad de Uso, por Área y sector de obras.	4-219
Tabla 4-126.	Superficies de unidades de suelo CCU V intervenidas en Área Mina.	4-228
Tabla 4-127.	Superficies de unidades de suelo CCU V intervenidas en Área Obras Lineales.	4-231
Tabla 4-128.	Calificación Intensidad Impacto SU-1 Área Mina.	4-246
Tabla 4-129.	Calificación Intensidad Impacto SU-1 Área Obras Lineales (Sector Variante A-97B).	4-246
Tabla 4-130.	Matriz de Calificación Impacto SU-1 Construcción y Operación Área Mina y Obras Lineales.....	4-247
Tabla 4-131.	Descripción de los Puntos de Medición de Niveles Basales de Vibraciones.	4-249
Tabla 4-132.	Resultados de las Mediciones Basales de Vibraciones - Interés Humano y Social.	4-253
Tabla 4-133.	Resultados de las Mediciones Basales de Vibraciones - Interés Arqueológico y Social. ...	4-255
Tabla 4-134.	Criterio de Vibración para Estimación General según criterio FTA.	4-258
Tabla 4-135.	Criterio de Caltrans para la vibración continua causada por actividades de construcción.	4-259
Tabla 4-136.	Niveles seguros de Vibración producidas por Tronaduras, para estructuras de tipo residencial.	4-260
Tabla 4-137.	Escenarios Modelación de Vibración.	4-261
Tabla 4-138.	Resultados Balance Hídrico para Pre-mina, Fin QB1, Operación y Cierre/Post-Cierre Cuenca Quebrada Choja.	4-277
Tabla 4-139.	Cambio % Escorrentía Directa, Flujo Base, Escorrentía Superficial y Flujo Subterráneo Pasante c/r a Fin de QB1.	4-277
Tabla 4-140.	Resultados Balance Hídrico para Pre-mina, Fin QB1, Operación y Cierre/Post-Cierre sub cuenca Ornajuno y Cuenca Quebrada Guatacondo.	4-286
Tabla 4-141.	Cambio % Escorrentía Directa, Flujo Subterráneo Pasante, Flujo Base y Escorrentía Total c/r a Etapa Fase 1.....	4-286
Tabla 4-142.	Resumen de parámetros hidráulicos estimados.	4-289
Tabla 4-143.	Balance hídrico bajo el depósito de relaves calculado por Modelo del Depósito de Relaves.	4-297

Tabla 4-144.	Eficiencia de captura de Cortina Hidráulica N°2 y Sistema Cortafugas N°2 calculado por Modelo del Sistema Cortafugas N°2.	4-299
Tabla 4-145.	Resumen Línea de Base Calidad de Agua Proyecto Quebrada Blanca Fase 2.	4-313
Tabla 4-146.	Estaciones de Muestreo para Oceanografía Física.	4-329
Tabla 4-147.	Estaciones de Muestreo de Oceanografía Química (agua y sedimentos).	4-331
Tabla 4-148.	Identificación de Impactos Componente Recursos Hídricos Marinos.	4-334
Tabla 4-149.	Parámetros utilizados en <i>Visual Plumes</i>	4-343
Tabla 4-150.	Parámetros de diseño incluidos en el modelo UM3 para el vertimiento de pluma salina.	4-344
Tabla 4-151.	Condición ambiental de la zona costera frente a Punta Patache en verano-2015 para el vertido salino.	4-344
Tabla 4-152.	Condición ambiental de la zona costera frente a Punta Patache en invierno-2015, para el vertido salino.	4-345
Tabla 4-153.	Características de la descarga salina para el escenario proyectado.	4-348
Tabla 4-154.	Calificación Intensidad Impacto RHM-1 Fase Construcción.	4-353
Tabla 4-155.	Matriz de Calificación Impacto RHM-1 Fase Construcción.	4-354
Tabla 4-156.	Calificación Intensidad Impacto RHM-2 Fase Operación.	4-355
Tabla 4-157.	Matriz de Calificación Impacto RHM-2 Fase Operación.	4-356
Tabla 4-158.	Formaciones Vegetales de Humedales en AI.	4-361
Tabla 4-159.	Identificación de Impactos Componente Plantas Vasculares.	4-363
Tabla 4-160.	Especies de “Flora Amenazada” registradas en formaciones vegetales a intervenir.	4-364
Tabla 4-161.	Superficie ¹ y ejemplares intervenidos de especies de Flora Amenazada.	4-365
Tabla 4-162.	Superficie en AI intervenida por tipo de recubrimiento de suelo.	4-370
Tabla 4-163.	Pérdida efectiva de Humedales.	4-372
Tabla 4-164.	Calificación Intensidad Impacto PLA-1 Área Mina.	4-374
Tabla 4-165.	Calificación Intensidad Impacto PLA-1 Área Obras Lineales.	4-374
Tabla 4-166.	Calificación Intensidad Impacto PLA-1 Área Pampa.	4-374
Tabla 4-167.	Matriz de Calificación Impacto PLA-1 Construcción y Operación.	4-375
Tabla 4-168.	Calificación Intensidad Impacto PLA-2 Área Mina.	4-376
Tabla 4-169.	Calificación Intensidad Impacto PLA-2 Área Obras Lineales – Variante A-97B.	4-376
Tabla 4-170.	Matriz de Calificación Impacto PLA-2 Construcción y Operación, Área Mina y Obras Lineales.	4-377
Tabla 4-171.	Composición taxonómica de las especies de hongos encontradas en el AI.	4-378
Tabla 4-172.	Composición taxonómica de líquenes en el AI.	4-379
Tabla 4-173.	Identificación de Impactos Componente Flora No Vascular.	4-381
Tabla 4-174.	Calificación Intensidad Impacto LI-1 Fase Construcción y Operación.	4-384
Tabla 4-175.	Matriz de Calificación Impacto LI-1 Fase Operación.	4-384
Tabla 4-176.	Riqueza de especies de fauna en Área de Influencia, por sector.	4-387

Tabla 4-177.	Superficie de intervención de Ambientes de Fauna en el Área de Influencia.	4-390
Tabla 4-178.	Ambientes de Humedal en AI.	4-392
Tabla 4-179.	Identificación de Impactos Componente Animales Silvestres.	4-394
Tabla 4-180.	Fauna singular de baja movilidad identificada en el Área de influencia.	4-395
Tabla 4-181.	Densidad/frecuencia de las especies de fauna singular registrada en el Área de Influencia.	4-398
Tabla 4-182.	Detalle de la superficie intervenida y no intervenida de acuerdo al ambiente de fauna caracterizado dentro del área de influencia.	4-401
Tabla 4-183.	Caracterización de especies de mamíferos de alta movilidad.	4-403
Tabla 4-184.	Calificación Intensidad Impacto FA-1 Área Mina.	4-411
Tabla 4-185.	Calificación Intensidad Impacto FA-1 Área Obras Lineales.	4-411
Tabla 4-186.	Calificación Intensidad Impacto FA-1 Área Pampa.	4-412
Tabla 4-187.	Calificación Intensidad Impacto FA-1 Área Puerto.	4-412
Tabla 4-188.	Matriz de Calificación Impacto FA-1 Construcción y Operación.	4-413
Tabla 4-189.	Calificación Intensidad Impacto FA-2 Área Mina.	4-414
Tabla 4-190.	Calificación Intensidad Impacto FA-2 Área Obras Lineales.	4-414
Tabla 4-191.	Matriz de Calificación Impacto FA-2 Construcción y Operación.	4-414
Tabla 4-192.	Calificación Intensidad Impacto FA-3 STC y STDA - Área Obras Lineales.	4-416
Tabla 4-193.	Calificación Intensidad Impacto FA-3 Canaleta de Relaves (STR) y Canales de Contorno Este y del Depósito de Relaves - Área Mina.	4-416
Tabla 4-194.	Matriz de Calificación Impacto FA-3 Construcción y Operación.	4-417
Tabla 4-195.	Quebradas incluidas en el muestro de Ecosistemas Acuáticos Continentales.	4-418
Tabla 4-196.	Identificación de Impactos Componente Ecosistemas Acuáticos Continentales.	4-422
Tabla 4-197.	Calificación Intensidad Impacto EAC-1.	4-432
Tabla 4-198.	Matriz de Calificación Impacto EAC-1 Fase Construcción y Operación.	4-432
Tabla 4-199.	Calificación Intensidad Impacto EAC-2 sector Variante A-97B.	4-433
Tabla 4-200.	Matriz de Calificación Impacto EAC-2 Fase Construcción y Operación.	4-434
Tabla 4-201.	Riqueza específica, abundancia relativa y número total de ejemplares de peces litorales registrados por campaña de evaluación.	4-438
Tabla 4-202.	Estado de conservación e índice de riesgo de Especies de vertebrados registradas en el área costera de evaluación durante las cuatro campañas estacionales.	4-441
Tabla 4-203.	Identificación de Impactos Componente Ecosistemas Marinos.	4-446
Tabla 4-204.	Listado de especies comerciales registradas en el intermareal rocoso.	4-447
Tabla 4-205.	Listado de especies comerciales registradas en el submareal rocoso.	4-448
Tabla 4-206.	Superficie de intervención del fondo marino.	4-449
Tabla 4-207.	Calificación Intensidad Impacto EM-1 Franja Intermareal de Fondo Rocosos.	4-457
Tabla 4-208.	Calificación Intensidad Impacto EM-1 Franja Submareal de Fondo Rocosos.	4-458
Tabla 4-209.	Calificación Intensidad Impacto EM-1 Franja submareal de Fondo Sedimentario. ..	4-458
Tabla 4-210.	Matriz de Calificación Impacto EM-1 Construcción.	4-459

Tabla 4-211.	Calificación Intensidad Impacto EM-2 Fase Construcción.	4-460
Tabla 4-212.	Matriz de Calificación Impacto EM-2 Fase Construcción.	4-461
Tabla 4-213.	Calificación Intensidad Impacto EM-3 Fase Operación.	4-462
Tabla 4-214.	Matriz de Calificación Impacto EM-3 Operación.	4-462
Tabla 4-215.	Calificación Intensidad Impacto EM_4 Fase Operación.	4-463
Tabla 4-216.	Matriz de Calificación Impacto EM-4 Fase Operación.	4-464
Tabla 4-217.	Fajas de amortiguación por obras del Proyecto.	4-466
Tabla 4-218.	Frecuencias de Categorías de Monumentos Arqueológicos (MA) registrados en el AI del Proyecto.	4-467
Tabla 4-219.	Categorías de Monumentos Arqueológicos registrados por Áreas del Proyecto.	4-468
Tabla 4-220.	Total de Monumentos Arqueológicos que serán alterados directamente por Área del Proyecto. Fase Construcción.	4-476
Tabla 4-221.	Identificación de Impactos Componente Patrimonio Arqueológico.	4-476
Tabla 4-222.	Monumentos Arqueológicos que serán alterados en Área Mina. Fase Construcción.	4-477
Tabla 4-223.	Monumentos Arqueológicos que serán alterados en Área Pampa. Fase Construcción. ...	4-478
Tabla 4-224.	Monumentos Arqueológicos que serán alterados en Área Obras Lineales. Fase Construcción.	4-478
Tabla 4-225.	Monumentos Arqueológicos que serán alterados en Área Puerto. Fase Construcción.	4-483
Tabla 4-226.	Identificación de Impactos Componente Patrimonio Paleontológico.	4-484
Tabla 4-227.	Calificación Intensidad Impacto ARQ-1 Fase Construcción y Operación.	4-488
Tabla 4-228.	Matriz de Calificación Impacto ARQ-1 Fase Construcción y Operación.	4-489
Tabla 4-229.	Calificación Intensidad Impacto PA-1 Fase Construcción.	4-490
Tabla 4-230.	Matriz de Calificación Impacto PA-1 Fase Construcción.	4-490
Tabla 4-231.	Valoración y Categorización de la Calidad Visual del área de influencia.	4-493
Tabla 4-232.	Superficie de intervención efectiva en Reserva Nacional Pampa del Tamarugal.	4-517
Tabla 4-233.	Recursos Turísticos Comunes del SERNATUR.	4-527
Tabla 4-234.	Tramos y Rutas utilizadas por el Proyecto.	4-535
Tabla 4-235.	Tramificación de la red vial relevante.	4-543
Tabla 4-236.	Identificación de impactos componente Usos del Territorio y Planificación Territorial.	4-548
Tabla 4-237.	Modelación circulación no interrumpida para condición de caminos bidireccional (Veh/h) – Fase de Construcción 2019.	4-549
Tabla 4-238.	Modelación circulación no interrumpida para condición de caminos bidireccional (Veh/h) – Fase de Operación 2023.	4-551
Tabla 4-239.	Calificación Intensidad Impacto UTPT-1.	4-553
Tabla 4-240.	Matriz de Calificación Impacto UTPT-1 Fase Construcción.	4-554
Tabla 4-241	Área de Influencia Medio Humano: Sector Cordillera.	4-556

Tabla 4-242	Área de Influencia Medio Humano: Sector Pampa.	4-556
Tabla 4-243	Área de Influencia Medio Humano: Sector Costa.	4-557
Tabla 4-244.	Dimensiones de Caracterización del Medio Humano.....	4-557
Tabla 4-245.	VARIABLES para descripción de grupos humanos indígenas.....	4-558
Tabla 4-246.	Identificación de Impactos Componente Medio Humano.	4-577
Tabla 4-247.	GHPPI sectores Salar del Huasco y Salar de Coposa.....	4-583
Tabla 4-248.	Predios en Concesión para Uso Gratuito de Inmueble Fiscal Asociación Indígena Aymara Salar de Coposa.	4-587
Tabla 4-249.	Flujo de vehículos del Proyecto por rutas A-65 y A-97-B.....	4-587
Tabla 4-250.	Coordenadas del punto de succión y longitudes de ductos de succión.....	4-605
Tabla 4-251.	Calificación Intensidad Impacto MH-1.	4-613
Tabla 4-252.	Matriz de Calificación Impacto MH-1 Fase Construcción, Operación y Cierre.	4-614
Tabla 4-253.	Calificación Intensidad Impacto MH-2.	4-615
Tabla 4-254.	Matriz de Calificación Impacto MH-2 Fase Construcción.....	4-616
Tabla 4-255.	Calificación Intensidad Impacto MH-3.	4-617
Tabla 4-256.	Matriz de Calificación Impacto MH-3 Fase Operación.	4-617
Tabla 4-257.	Calificación Intensidad Impacto MH-4.	4-618
Tabla 4-258.	Matriz de Calificación Impacto MH-4 Fase Construcción y Operación.	4-619
Tabla 4-259.	Calificación Intensidad Impacto MH-5.	4-621
Tabla 4-260.	Matriz de Calificación Impacto MH-5 Fase Construcción.....	4-621
Tabla 4-261.	Proyectos con RCA incluidos en Modelación de Calidad del Aire.	4-626
Tabla 4-262.	Proyectos con RCA analizados.	4-627
Tabla 4-263.	Proyectos con RCA relacionados por Patrimonio Cultural.....	4-629
Tabla 4-264.	Proyectos con RCA incluidos en Modelación Vial.....	4-629
Tabla 4-265.	Efectos Ambientales No Significativos.	4-631
Tabla 4-266.	Efectos Ambientales Significativos.	4-632

FIGURAS

Figura 4-1.	Metodología de Predicción y Evaluación de Impacto.....	4-4
Figura 4-2.	Localización estaciones de monitoreo de calidad del aire.	4-63
Figura 4-3.	Isoconcentración MP ₁₀ Percentil 98 Diario Escenario Fase Construcción.	4-84
Figura 4-4.	Isoconcentración MP ₁₀ Promedio Anual Escenario Fase Construcción.	4-85
Figura 4-5.	Isoconcentración MP _{2,5} Percentil 98 Diario Escenario Fase Construcción.	4-88
Figura 4-6.	Isoconcentración MP _{2,5} Promedio Anual Escenario Fase Construcción.	4-89
Figura 4-7.	Isoconcentraciones MPS Máxima Mensual Escenario Fase Construcción.	4-91
Figura 4-8.	Isoconcentraciones MPS Promedio Anual, Escenario Fase Construcción.	4-92
Figura 4-9.	Isoconcentraciones Media Anual de SO ₂ Escenario Fase Construcción.....	4-94

Figura 4-10.	Isoconcentraciones P99 en 24 horas de SO ₂ Escenario Fase Construcción.	4-95
Figura 4-11.	Isoconcentraciones Media Anual de NO ₂ Escenario Fase Construcción.....	4-96
Figura 4-12.	Isoconcentraciones P99 en 1 hora de NO ₂ Escenario Fase Construcción.	4-97
Figura 4-13.	Isoconcentraciones P99 en 8 horas de CO Escenario Fase Construcción.....	4-98
Figura 4-14.	Isoconcentraciones P99 en 1 horas de CO Escenario Fase Construcción.....	4-99
Figura 4-15.	Isoconcentración MP ₁₀ Percentil 98 Diario Escenario Fase Operación.....	4-109
Figura 4-16.	Isoconcentración MP ₁₀ Promedio Anual Escenario Fase Operación.	4-110
Figura 4-17.	Isoconcentración MP _{2,5} Percentil 98 Diario Escenario Fase Operación.	4-113
Figura 4-18.	Isoconcentración MP _{2,5} Promedio Anual Escenario Fase Operación.	4-114
Figura 4-19.	Isoconcentraciones MPS Mensual Escenario Fase Operación.	4-116
Figura 4-20.	Isoconcentraciones MPS Promedio Anual Escenario Fase Operación.	4-117
Figura 4-21.	Isoconcentraciones Media Anual de SO ₂ Escenario Fase Operación.	4-119
Figura 4-22.	Isoconcentraciones P99 en 24 horas de SO ₂ Escenario Fase Operación.....	4-120
Figura 4-23.	Isoconcentraciones P99 en 24 horas de NO ₂ Escenario Fase Operación.....	4-121
Figura 4-24.	Isoconcentraciones Promedio Anual de NO ₂ Escenario Fase Operación.	4-122
Figura 4-25.	Isoconcentraciones P99 en 1 hora de CO Escenario Fase Operación.	4-123
Figura 4-26.	Isoconcentraciones P99 en 8 horas de CO Escenario Fase Operación.....	4-124
Figura 4-27.	Isoconcentraciones de MP ₁₀ – Percentil 98 en 24 horas Fase Cierre.....	4-132
Figura 4-28.	Isoconcentraciones de MP ₁₀ – Media Anual Fase Cierre.....	4-133
Figura 4-29.	Isoconcentraciones de MP _{2,5} – Percentil 98 en 24 horas Fase Cierre.	4-136
Figura 4-30.	Isoconcentraciones de MP _{2,5} – Media Anual Fase Cierre.	4-137
Figura 4-31.	Puntos de Medición de Ruido.....	4-151
Figura 4-32.	Puntos de Medición de Ruido. Evaluación de Impacto.	4-158
Figura 4-33.	Principales partes y obras físicas Área Mina.....	4-199
Figura 4-34.	Configuración Final Depósito de Relaves.	4-201
Figura 4-35.	Obras proyectadas Área Obras Lineales.	4-204
Figura 4-36.	Obras proyectadas Área Pampa.	4-207
Figura 4-37.	Obras proyectadas Área Puerto.	4-209
Figura 4-38.	Distribución de unidades homogéneas de suelo, sector Mina.	4-225
Figura 4-39.	Distribución de unidades homogéneas de suelo, sector Depósito de Relaves.	4-227
Figura 4-40.	Distribución de unidades de suelo, sector Variante A-97B.	4-230
Figura 4-41.	Distribución de unidades de suelo, Área Obras Lineales, entre Área Mina y Área Pampa.	4-232
Figura 4-42.	Distribución de unidades de suelo, sector desde Área Pampa hasta Salar Bellavista.	4-234
Figura 4-43.	Distribución de unidades de suelo, sector Salar Bellavista.....	4-236
Figura 4-44.	Distribución de unidades de suelo, sector Salar Bellavista hasta Área Puerto.....	4-238
Figura 4-45.	Distribución de unidades de suelo, sector acceso Área Pampa.	4-240

Figura 4-46.	Distribución de unidades de suelo, Área Pampa.....	4-242
Figura 4-47.	Distribución de unidades de suelo, Área Puerto.	4-244
Figura 4-48.	Puntos de Medición de Vibraciones.	4-251
Figura 4-49.	Curvas de variación estacional de Caudales medios mensuales.	4-269
Figura 4-50.	Curvas de variación estacional de Caudales medios mensuales.	4-270
Figura 4-51.	Variación estacional de Caudales monitoreados en las quebradas Blanca y Ramucho.	4-271
Figura 4-52.	Variación estacional de Caudales monitoreados en las quebradas Huinquentipa y Guatacondo.	4-272
Figura 4-53.	Modelo conceptual de Balance Hídrico.	4-273
Figura 4-54.	Puntos de Balance Hídrico para evaluación de efectos quebrada Choja.	4-276
Figura 4-55.	Diagrama de Hjulström.	4-279
Figura 4-56.	Variación Porcentual Escorrentía Directa WB129 Operación y Cierre/Post-cierre c/r a Fin QB1.	4-280
Figura 4-57.	Variación Porcentual Escorrentía Directa WB133 Operación y Cierre/Post-cierre c/r a Fin QB1.	4-281
Figura 4-58.	Variación Porcentual Velocidad escurrimiento (v) en WB129 para Operación y Cierre/Post-cierre c/r a Fin QB1.	4-282
Figura 4-59.	Variación Porcentual Velocidad escurrimiento (v) en WB133 para Operación y Cierre/Post-cierre c/r a Fin QB1.	4-283
Figura 4-60.	Puntos de Balance Hídrico para evaluación de efectos quebrada Guatacondo.	4-285
Figura 4-61.	Esquema conceptual sistema hidrogeológico.	4-291
Figura 4-62.	Mapa piezométrico condición pre-minado (1993).	4-292
Figura 4-63.	Mapa piezométrico año 2015.	4-293
Figura 4-64.	Ubicación de Cortina Hidráulica N°2, Sistema Cortafugas N°2 y Sistema de Inyección N°2.	4-296
Figura 4-65.	Seguimiento de partículas periodo de operación de QB2 considerando condición de carga más desfavorable (año 2046). Modelo del Depósito de Relaves.	4-298
Figura 4-66.	Seguimiento de partículas para el periodo de cierre/post-cierre. Modelo del Depósito de Relaves.	4-299
Figura 4-67.	Seguimiento de partículas originadas en aluvial saturado en Modelo del Sistema Cortafugas N°2, operación normal.	4-300
Figura 4-68.	Seguimiento de partículas originadas en aluvial saturado en Modelo del Sistema Cortafugas N°2, escenario contingencia evaluado.	4-300
Figura 4-69.	Seguimiento partículas desde Botadero de Estériles Norte, Acopio Marginal Norte y Acopio de Mineral Norte, periodo operación QB1.	4-301
Figura 4-70.	Seguimiento partículas desde Botadero de Estériles Norte, Acopio Marginal Norte y Acopio de Mineral Norte, periodo de cierre/post-cierre QB2.	4-302
Figura 4-71.	Seguimiento partículas desde Botadero de Estériles Sur, Acopio Marginal Sur y Acopio de Mineral Sur, periodo operación QB2.	4-303
Figura 4-72.	Seguimiento partículas desde Botadero de Estériles Sur, Acopio Marginal Sur y Acopio de Mineral Sur, periodo de cierre/post-cierre QB2.	4-304

Figura 4-73.	Piezometría y descenso de nivel debido a rajo QB2 relativo a condición base QB1, calculado por modelo hidrogeológico regional al fin del periodo de operación (año 2046).	4-306
Figura 4-74.	Piezometría y descenso de nivel debido a rajo QB2 relativo a condición base QB1, calculado por modelo hidrogeológico regional al fin del periodo de post-cierre (año 2246).	4-307
Figura 4-75.	Línea Base Calidad de Agua Proyecto Quebrada Blanca Fase 2. Rango de variación de pH y CE.....	4-315
Figura 4-76.	Línea Base Calidad de Agua Proyecto Quebrada Blanca Fase 2. Rango de variación de SO ₄ y Cu disuelto.....	4-316
Figura 4-77.	Descarga Canal de Contorno Este en Quebrada Llaleta.....	4-318
Figura 4-78.	Depósito de Relaves y sistema de control de filtraciones.....	4-322
Figura 4-79.	Planta Concentradora.....	4-324
Figura 4-80.	Canaleta de relaves en quebrada Paguana.....	4-325
Figura 4-81.	Estaciones de muestreo oceanográfico físico y químico.....	4-328
Figura 4-82.	Simulación de pluma de sedimentos, durante el invierno 2015.....	4-336
Figura 4-83.	Concentración total de sedimento en suspensión en la columna de agua durante invierno 2015.....	4-337
Figura 4-84.	Concentración total de sedimento en suspensión a nivel superficial durante invierno 2015.	4-338
Figura 4-85.	Simulación de pluma de sedimentos, durante el verano 2015.....	4-339
Figura 4-86.	Concentración de sedimento en suspensión en la columna de agua durante verano 2015, en coordenadas cartesianas.....	4-340
Figura 4-87.	Concentración total de sedimento en suspensión a nivel superficial durante verano 2015.	4-341
Figura 4-88.	Estimación del tiempo de residencia en el área de estudio.....	4-342
Figura 4-89.	Elevación, dilución y decaimiento salino en función de la distancia de la fuente para condiciones de invierno.....	4-346
Figura 4-90.	Elevación, dilución y decaimiento salino en función de la distancia de la fuente para condiciones de verano.....	4-347
Figura 4-91.	Simulación del exceso salino en campo lejano a nivel de la descarga, durante el invierno.	4-349
Figura 4-92.	Simulación del exceso salino en campo lejano a nivel de la descarga, durante el verano.	4-350
Figura 4-93.	Corte vertical de la simulación de exceso salino en campo lejano, durante el invierno.	4-351
Figura 4-94.	Corte vertical de la simulación de exceso salino en campo lejano, durante el verano.	4-351
Figura 4-95.	Representación espacial AI y sectorización del componente biológico Plantas Vasculares.....	4-358
Figura 4-96.	Sector de tillandsiales, Área Obras Lineales. Situación inicial (Situación A) y con modificación de obras (Situación B).....	4-369
Figura 4-97.	Representación espacial Área de Influencia y sectorización del componente biológico Animales Silvestres.....	4-386

Figura 4-98.	Superficie de recubrimiento de suelo (hectáreas)	4-388
Figura 4-99.	Plataforma y área de trabajos STC y STAD.	4-405
Figura 4-100.	Sección típica del canal de contorno Este.....	4-406
Figura 4-101.	Sección transversal típica canal de contorno Depósito de Relaves.....	4-406
Figura 4-102.	Emplazamiento Canaleta de relaves (STR) y localización de traviosos.	4-408
Figura 4-103.	Cruce de fauna – Sistema de Transporte de Relaves.....	4-409
Figura 4-104.	Pérdida de ecosistemas acuáticos continentales en quebradas Agua del Mote, Agua del Mote Norte y del Carmen por explotación del Rajo y operación del Botadero de Estériles Norte.	4-423
Figura 4-105.	Pérdida de ecosistemas acuáticos continentales en tramo de quebrada Ciénaga Grande por operación de Botadero de Estériles Sur.....	4-424
Figura 4-106.	Pérdida de ecosistemas acuáticos continentales en tramo de quebrada Blanca y quebrada Llaretta por operación de Depósito de Relaves.	4-426
Figura 4-107.	Localización de cruces de quebradas asociados a la Variante A97-B.....	4-428
Figura 4-108.	Sector de cruces de quebrada con presencia de agua en Variante A-97B.	4-429
Figura 4-109.	Ubicación de los sitios de interés para la fauna respecto a los componentes marinos del Proyecto.....	4-454
Figura 4-110.	Sitios de avistamiento de <i>Lontra felina</i> (“chungungo”).	4-455
Figura 4-111.	Emplazamiento STC y STAD, respecto a zona precordillera con potencial fosilífero. Formación Quehuita Miembro Superior (Fm Chacarilla).....	4-471
Figura 4-112.	Emplazamiento STC y STAD, respecto a zona pampa con potencial fosilífero. Formación Caleta Lígate.....	4-472
Figura 4-113.	Área Puerto, respecto a zona con potencial fosilífero.	4-486
Figura 4-114.	Distribución de Unidades Geológicas en Terrazas Litorales.....	4-487
Figura 4-115.	Cuencas Visuales, desde puntos de observación.....	4-494
Figura 4-116.	Unidades de paisaje.	4-495
Figura 4-117.	UP3 “Quebrada Blanca”.	4-500
Figura 4-118.	Contexto regional de las Áreas Protegidas y Sitios Prioritarios para la Región de Tarapacá.....	4-512
Figura 4-119.	Intervención Reserva Nacional Pampa del Tamarugal por obras lineales.....	4-514
Figura 4-120.	Emplazamiento de obras respecto a Reserva Nacional Pampa del Tamarugal.	4-516
Figura 4-121.	Variante A-97B y Sitio Prioritario Salar de Coposa.	4-520
Figura 4-122.	Sitio Salar del Huasco.	4-522
Figura 4-123.	Área Puerto y Sitio Prioritario Punta Patache.....	4-524
Figura 4-124.	Área de influencia Ecosistemas Marinos.....	4-525
Figura 4-125.	Área de Influencia Atractivos Naturales o Culturales y sus Interrelaciones.	4-529
Figura 4-126.	Atractivos turísticos de la comuna de Pica cercanos al Proyecto - Catastro SERNATUR.	4-530
Figura 4-127.	Atractivos turísticos identificados en la comuna de Pozo Almonte cercanos al Proyecto.	4-532

Figura 4-128.	Atractivos turísticos de la comuna de Iquique cercanos al Proyecto - Catastro SERNATUR.	4-534
Figura 4-129.	Tramificación Vial.....	4-537
Figura 4-130.	Demanda vehicular horaria por tramo (peak por temporada).	4-545
Figura 4-131.	Variante A-97B.....	4-580
Figura 4-132.	Predios en concesión para uso gratuito de Inmueble Fiscal, pastoreo y cruces de animales Sector Salar de Coposa.	4-582
Figura 4-133.	Actividades tradicionales y pastoreo en sector Salar del Huasco.	4-585
Figura 4-134.	Actividades tradicionales y pastoreo en sector Salar de Coposa.	4-586
Figura 4-135.	Rutas acceso Proyecto, A-65 y A-97-B.	4-589
Figura 4-136.	Botadero de Estériles Norte Proyecto Quebrada Blanca Fase 2.	4-592
Figura 4-137.	Botadero de Estériles Norte, quebrada Agua del Mote Norte.	4-595
Figura 4-138.	Diferencia azonales impactados por QB1 y QB2.	4-597
Figura 4-139.	Cambios de uso de suelo asociado a EIA Actualización del Proyecto Minero Quebrada Blanca.	4-598
Figura 4-140.	Componentes de instalaciones portuarias.	4-603
Figura 4-141.	Obras Sector Sur Área Puerto y Central Termoeléctrica Pacífico.	4-606
Figura 4-142.	Sectores Productivos cercanos a las Obras del Proyecto.	4-608
Figura 4-143.	Instalaciones Área Puerto.....	4-610
Figura 4-144.	Obras Área Puerto Proyecto Quebrada Blanca Fase 2, sectores productivos de áreas libres de pesca artesanal y otros proyectos industriales en el sector.	4-612
Figura 4-145.	Proyectos con RCA identificados con los criterios evaluados.....	4-625
Figura 4-146.	Proyectos ubicados en área Puerto Patache.	4-628

FOTOGRAFÍAS

Fotografía 4-1.	Fotomontaje hacia UP 2, desde ruta A-855.	4-498
Fotografía 4-2.	Fotomontaje camino Variante A-97B.....	4-502
Fotografía 4-3.	Fotomontaje desde acceso a la Aldea de Prehispánica de Guatacondo hacia cruce de obras lineales con Ruta A-855.....	4-504
Fotografía 4-4.	Fotomontaje cruce de obras lineales con Ruta A-855 dirección oriente, quebrada Guatacondo.	4-505
Fotografía 4-5.	Fotomontajes cruce de obras lineales sector salar Bellavista.....	4-506
Fotografía 4-6.	Fotomontajes Área Puerto.....	4-508
Fotografía 4-7.	Fotografía tomada desde camino existente hacia tamarugos.....	4-515
Fotografía 4-8.	Fisonomía de la formación de vega de <i>Deyeuxia curvula</i> en Qda. Agua del Mote Norte.	4-593
Fotografía 4-9.	Fisonomía de la formación bofedal - pajonal hídrico con dominancia de <i>Oxychloë andina</i> y <i>Festuca rigescens</i>	4-594

Fotografía 4-10. Fisonomía de la formación bofedal - vega de *Oxychloë andina* y *Deyeuxia curvula*.4-594

PLANOS

-
- Plano 4.2.4 Evaluación de Impactos Suelos Hidromórficos en Vegas y Bofedales
 - Plano 4.3.1-1 Campaña Complementaria Flora Amenazada (*Woodsia montevidensis*)
 - Plano 4.3.1-2 Campaña Complementaria Flora Amenazada (*Metharme lanata*)
 - Plano 4.3.1-3 Campaña Complementaria Flora Amenazada *Aphyllocladus denticulatus*, *Malesherbia tenuifolia* y *Haageocereus fascicularis*
 - Plano 4.3.1-4 Campaña Complementaria Flora Amenazada (*Azorella compacta*) Área Mina
 - Plano 4.3.1-5 Campaña Complementaria Flora Amenazada (*Azorella compacta*) Área Obras Lineales, sector Cerro Quitala
 - Plano 4.3.1-6 Campaña Complementaria Flora Amenazada (*Azorella compacta*) Área Obras Lineales, Variante A-97B
 - Plano 4.3.1-7 Evaluación de Impactos Plantas (Flora Vascular y Vegetación) Formaciones Humedales - Ubicación General - Planos Detalle
 - Plano 4.3.1-8 Evaluación de Impactos Plantas (Flora Vascular y Vegetación) Formaciones Humedales Variante A-97B
 - Plano 4.3.1-9 Evaluación de Impactos Plantas (Flora Vascular y Vegetación) Formaciones Humedales Botadero de Estériles Norte
 - Plano 4.3.1-10 Evaluación de Impactos Plantas (Flora Vascular y Vegetación) Formaciones Humedales Botadero de Estériles Sur
 - Plano 4.3.1-11 Evaluación de Impactos Plantas (Flora Vascular y Vegetación) Formaciones Humedales Depósito de Relaves
 - Plano 4.3.2 Evaluación de Impactos Ubicación de Especies de Líquenes en Categoría de Conservación
 - Plano 4.3.3-1 Evaluación de Impactos Animales Silvestres Ambientes de Fauna Humedales Ubicación General Planos Detalle
 - Plano 4.3.3-2 Evaluación de Impactos Animales Silvestres Ambientes de Fauna Humedales Variante A- 97B
 - Plano 4.3.3-3 Evaluación de Impactos Animales Silvestres Ambientes de Fauna Humedales Botadero de Estériles Norte
 - Plano 4.3.3-4 Evaluación de Impactos Animales Silvestres Ambientes de Fauna Humedales Botadero de Estériles Sur
 - Plano 4.3.3-5 Evaluación de Impactos Animales Silvestres Ambientes de Fauna Humedales Depósito de Relaves
 - Plano 4.6.1-0 Evaluación de Impactos Patrimonio Cultural Arqueológico Terrestre Plano de Ubicación General

-
- Plano 4.6.1-1 Evaluación de Impactos Patrimonio Cultural Arqueológico Terrestre Área Mina, Mina
- Plano 4.6.1-2 Evaluación de Impactos Patrimonio Cultural Arqueológico Terrestre Área Mina, Mina - Depósito de Relaves
- Plano 4.6.1-3 Evaluación de Impactos Patrimonio Cultural Arqueológico Terrestre Área Mina, Depósito de Relaves
- Plano 4.6.1-4 Evaluación de Impactos Patrimonio Cultural Arqueológico Terrestre Área Obras Lineales, Altiplano
- Plano 4.6.1-5 Evaluación de Impactos Patrimonio Cultural Arqueológico Terrestre Área Obras Lineales, Quebrada Cerro Cagua
- Plano 4.6.1-6 Evaluación de Impactos Patrimonio Cultural Arqueológico Terrestre Área Obras Lineales, Cerro Paguana
- Plano 4.6.1-7 Evaluación de Impactos Patrimonio Cultural Arqueológico Terrestre Área Obras Lineales, Quebrada Guatacondo
- Plano 4.6.1-8 Evaluación de Impactos Patrimonio Cultural Arqueológico Terrestre Área Obras Lineales, Cerro Amincha
- Plano 4.6.1-9 Evaluación de Impactos Patrimonio Cultural Arqueológico Terrestre Área Obras Lineales, Quebrada Guatacondo 2
- Plano 4.6.1-10 Evaluación de Impactos Patrimonio Cultural Arqueológico Terrestre Área Obras Lineales, Quebrada Guatacondo 1
- Plano 4.6.1-11 Evaluación de Impactos Patrimonio Cultural Arqueológico Terrestre Área Obras Lineales, Challacollo 2
- Plano 4.6.1-12 Evaluación de Impactos Patrimonio Cultural Arqueológico Terrestre Área Obras Lineales, Challacollo 1
- Plano 4.6.1-13 Evaluación de Impactos Patrimonio Cultural Arqueológico Terrestre Área Obras Lineales, Chipana 3
- Plano 4.6.1-14 Evaluación de Impactos Patrimonio Cultural Arqueológico Terrestre Área Obras Lineales, Chipana 2
- Plano 4.6.1-15 Evaluación de Impactos Patrimonio Cultural Arqueológico Terrestre Área Obras Lineales, Chipana 1
- Plano 4.6.1-16 Evaluación de Impactos Patrimonio Cultural Arqueológico Terrestre Área Obras Lineales, Salar de Bellavista 2
- Plano 4.6.1-17 Evaluación de Impactos Patrimonio Cultural Arqueológico Terrestre Área Obras Lineales, Salar de Bellavista 1
- Plano 4.6.1-18 Evaluación de Impactos Patrimonio Cultural Arqueológico Terrestre Área Obras Lineales, Lagunas
- Plano 4.6.1-19 Evaluación de Impactos Patrimonio Cultural Arqueológico Terrestre Área Obras Lineales, Buenaventura
- Plano 4.6.1-20 Evaluación de Impactos Patrimonio Cultural Arqueológico Terrestre Área Obras Lineales, Tramo Desierto Interior 1

-
- Plano 4.6.1-21 Evaluación de Impactos Patrimonio Cultural Arqueológico Terrestre Área Obras Lineales, Tramo Cerro Lagunas
- Plano 4.6.1-22 Evaluación de Impactos Patrimonio Cultural Arqueológico Terrestre Área Obras Lineales, Desierto Costero 3
- Plano 4.6.1-23 Evaluación de Impactos Patrimonio Cultural Arqueológico Terrestre Área Pampa, Desierto Costero 2
- Plano 4.6.1-24 Evaluación de Impactos Patrimonio Cultural Arqueológico Terrestre Área Puerto, Borde Costero 1
- Plano 4.6.1-25 Evaluación de Impactos Patrimonio Cultural Arqueológico Terrestre Área Pampa, Quebrada Mani 1
- Plano 4.6.1-26 Evaluación de Impactos Patrimonio Cultural Arqueológico Terrestre Área Puerto, Borde Costero
- Plano 4.6.2-1 Evaluación de Impacto Paisaje Área Mina UP2, Rayos Visuales desde PO5 Ruta A-855 hacia Acopio Mineral y Rajo
- Plano 4.6.2-2 Evaluación de Impacto Paisaje Área Obras Lineales UP1, Rayos Visuales desde PO1 Ruta A-97B hacia Variante A-97B
- Plano 4.6.2-3 Evaluación de Impacto Paisaje Distancia entre los Atractivos Paisajísticos/Turísticos y Cruce de las Obras Lineales con la Ruta A-855
- Plano 4.6.2-4 Evaluación de Impacto Paisaje Área Obras Lineales UP5, Rayos Visuales desde PO15 Ruta A-855 hacia Aldea Prehispánica de Guatacondo
- Plano 4.6.2-5 Evaluación de Impacto Paisaje Área Obras Lineales UP5, Rayos Visuales desde PO16 Ruta A-855 hasta Salar Bellavista
- Plano 4.6.2-6 Evaluación de Impacto Paisaje Área Pampa UP5, Rayos Visuales desde Quebrada Mani hacia Obras Área Pampa
- Plano 4.6.2-7 Evaluación de Impacto Paisaje Área Obras Lineales UP5, Rayos Visuales desde PO Aldea Prehispánica de Guatacondo
- Plano 4.10.1 Evaluación de Impactos Medio Humano Área Puerto, Instalaciones Portuarias y Sector Productivo Costero Cáñamo

ANEXOS

- Anexo 4.2.1-1 Informe de Modelación Calidad del Aire – Caso Base
- Anexo 4.2.1-2 Informe de Modelación Calidad del Aire – Fase de Construcción
- Anexo 4.2.1-3 Informe de Modelación Calidad del Aire – Fase de Operación
- Anexo 4.2.1-4 Informe de Modelación Calidad del Aire – Fase de Cierre
- Anexo 4.2.1-5 Relación entre Mediciones Intramuros y Mediciones Externas en Campamento Tambo Tarapacá para MP₁₀
- Anexo 4.2.2 Informe de Modelación de Acústica

Anexo 4.2.5	Estudio de Modelación de Vibraciones
Anexo 4.2.6	Balance Hídrico de Operación Futura y Post-Cierre
Anexo 4.2.7	Modelo Hidrogeológico Conceptual y Numérico Depósito de Relaves
Anexo 4.2.9-1	Informe de Modelación Hidrodinámica de Transporte de Sedimentos
Anexo 4.2.9-2	Estudio de Modelación Hidrodinámica de la Pluma Salina
Anexo 4.3-1	Campaña Complementaria de Cuantificación y Georreferenciación de Flora Amenazada a Intervenir
Anexo 4.3-2	Evaluación de la Presencia de Gaviotín chico en el Área de Influencia del Proyecto
Anexo 4.5-1	Modelación Hidrodinámica del Efecto de la Captación de Agua Marina sobre la Trayectoria de Estadios Tempranos Planctónicos.
Anexo 4.5-2	Reclutamiento Larval de Comunidades Bentónicas
Anexo 4.6-2	Fotomontajes
Anexo 4.6-5	Evaluación de Impacto Vial



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO MINERO QUEBRADA BLANCA FASE 2

CAPÍTULO 4 “PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL”

TQB14016-REP-MA-0255

4 CAPÍTULO PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

4.1 INTRODUCCIÓN

Conforme a lo establecido en el artículo 12 letra d) de la Ley N° 19.300¹ sobre Bases Generales del Medio Ambiente (en adelante la Ley) y en el artículo 18 letra f) del D.S. N° 40/2012² Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental del MMA, el presente capítulo identifica, predice y evalúa los impactos ambientales que podrían producirse debido al desarrollo e implementación del “Proyecto Minero Quebrada Blanca Fase 2” (en adelante llamado indistintamente el Proyecto o QB2), perteneciente a Compañía Minera Teck Quebrada Blanca (en adelante, CMTQB), y que constituye la modificación de la actual operación de la faena Quebrada Blanca (QB). Por lo mismo, este Proyecto corresponde a la modificación de un desarrollo minero, conforme lo establecido en el Artículo 2, letra g), y el Artículo 3, letra i) del D.S. N° 40/2013.

Así, el objetivo de este capítulo es predecir y evaluar los impactos de las modificaciones, que el Proyecto somete a evaluación mediante el presente Estudio de Impacto Ambiental (en adelante, EIA) para desarrollar la explotación del mineral hipógeno³ de la faena existente Quebrada Blanca (en adelante, QB), mediante:

- La expansión y profundización de la explotación del rajo,
- Dos acopios temporarios de mineral para el remanejo de material, dos acopios marginales de material (estériles) y dos botaderos de estériles;
- La instalación de una planta concentradora con un proceso de flotación de cobre y molibdeno,

¹ Modificada por la Ley N° 20.417, publicada en el Diario Oficial de fecha 26 de enero de 2010.

² Publicado en el Diario Oficial de fecha 12 de agosto de 2013.

³ Mineral hipógeno: mineral constituido por sulfuros primarios, los cuales se encuentran a mayor profundidad del yacimiento respecto del mineral supérgeno, el cual está constituido por sulfuros de enriquecimiento secundario y se ubica hasta los 200 m de profundidad.

- La construcción de un depósito para el almacenamiento de los relaves del proceso, incluyendo una canaleta de transporte del relave y un sistema de recuperación de agua del relave;
- La construcción de obras para el manejo de aguas de contacto y de no contacto en el Área Mina, que incluye la habilitación de obras de desvío de aguas de no contacto, de manejo de aguas de contacto (captación y colección de filtraciones) y restitución de aguas de la quebrada Blanca;
- La habilitación de instalaciones portuarias para el filtrado, almacenamiento y embarque de concentrado de cobre;
- Obras de captación y desalinización de agua de mar para el Proyecto y descarga de salmuera, todas ellas localizadas en el sector de las instalaciones portuarias;
- La construcción de obras lineales para el transporte de concentrado, agua desalinizada y energía eléctrica para alimentar las instalaciones del Proyecto;
- La construcción de una variante o *bypass* de la ruta A-97 como acceso al área Mina, y
- La construcción y habilitación de instalaciones auxiliares para el proceso.

Cabe precisar, que la operación de la faena minera QB se mantenido productiva, y con el objeto de extender la vida útil de la mina, se presentó un proyecto de continuidad operacional de sus actividades en la faena, en el marco del EIA “Actualización Proyecto Minero Quebrada Blanca” (QB1), el cual fue ingresado al SEIA en julio del año 2014, recibiendo su aprobación ambiental mediante la RCA N° 72/2016.

Si bien las modificaciones contempladas en el Proyecto QB2 estaban previstas para ser introducidas al final de la vida útil de la denominada Continuidad Operacional de QB (según el EIA del Proyecto QB1), la dinámica de la industria minera y el mercado de metales, hacen necesario el adelantamiento de la explotación de sulfuros, por lo que el Proyecto QB2 modifica el desarrollo previsto originalmente en la Continuidad Operacional para la faena Quebrada Blanca, además de modificar el plan de cierre de las partes y obras que la componen. Por lo tanto, el presente EIA somete a evaluación ambiental una modificación a la explotación prevista para su faena Quebrada Blanca de acuerdo a lo estipulado en el plan de Continuidad Operacional (QB1).

En este contexto, la sección 1.5 del Capítulo 1 Descripción de Proyectos, titulada “Descripción de la Situación Actual”, describe el caso base aprobado para las operaciones de QB y la situación de la operación minera esperada que se definirá para todos los efectos pertinentes como el punto de partida sobre el cual se genera el Proyecto QB2.

Por su parte, en la sección 1.6 del mismo capítulo, se describen las partes, acciones y obras físicas de las modificaciones introducidas por el Proyecto, mientras que las secciones 1.7, 1.8 y 1.9 se describen las fases de construcción, operación y cierre del Proyecto, respectivamente.

Por otra parte, según lo establecido en la normativa anteriormente citada, la predicción de impactos consiste en la identificación y estimación o cuantificación de las alteraciones directas e indirectas a los elementos del medio ambiente descritos en la Línea de Base, derivadas de la ejecución o modificación del Proyecto o actividad para cada una de sus fases. Para ello se

emplean modelos, simulaciones, mediciones y/o cálculos matemáticos. Sin embargo cuando, por su naturaleza, un impacto no pueda ser cuantificable, su predicción tendrá un carácter cualitativo.

La predicción y evaluación de impactos ambientales del Proyecto considera como fuentes de información, los siguientes capítulos que componen el presente EIA:

- Descripción de Proyecto;
- Determinación y Justificación del Área de Influencia;
- Línea de Base;
- Relación con Planes, Políticas y Programas;
- Plan de Cumplimiento de la Legislación Ambiental Aplicable.

Para cumplir con lo establecido, se efectúa un análisis y evaluación predictiva de los impactos, con la finalidad de determinar su importancia y relevancia para el medio ambiente y si se ajustan a las normas vigentes. En concreto, la evaluación del impacto ambiental consistirá en la determinación de si los impactos predichos constituyen impactos significativos en base a los criterios del artículo 11 de la Ley y detallados en el Título II del Decreto Supremo 40/2012 RSEIA.

Como resultado del análisis y evaluación de impactos se definirán los siguientes capítulos del presente EIA:

- Capítulo 5 - Identificación de impactos que generen efectos, características o circunstancias del artículo 11 de la Ley N° 19.300.
- Capítulo 7 - Plan de Medidas de Mitigación, Reparación y Compensación.
- Capítulo 9 - Plan de Seguimiento de las Variables Ambientales.
- Capítulo 12 - Compromisos Ambientales Voluntarios

Cabe mencionar que para la identificación de impactos sinérgicos y/o acumulativos se consideraron los Proyectos o actividades que cuenten con calificación ambiental vigente y que se encuentren cercanos o en el al área de influencia del Proyecto (Capítulo 3 acápite 3.13 “Proyectos con RCA”).

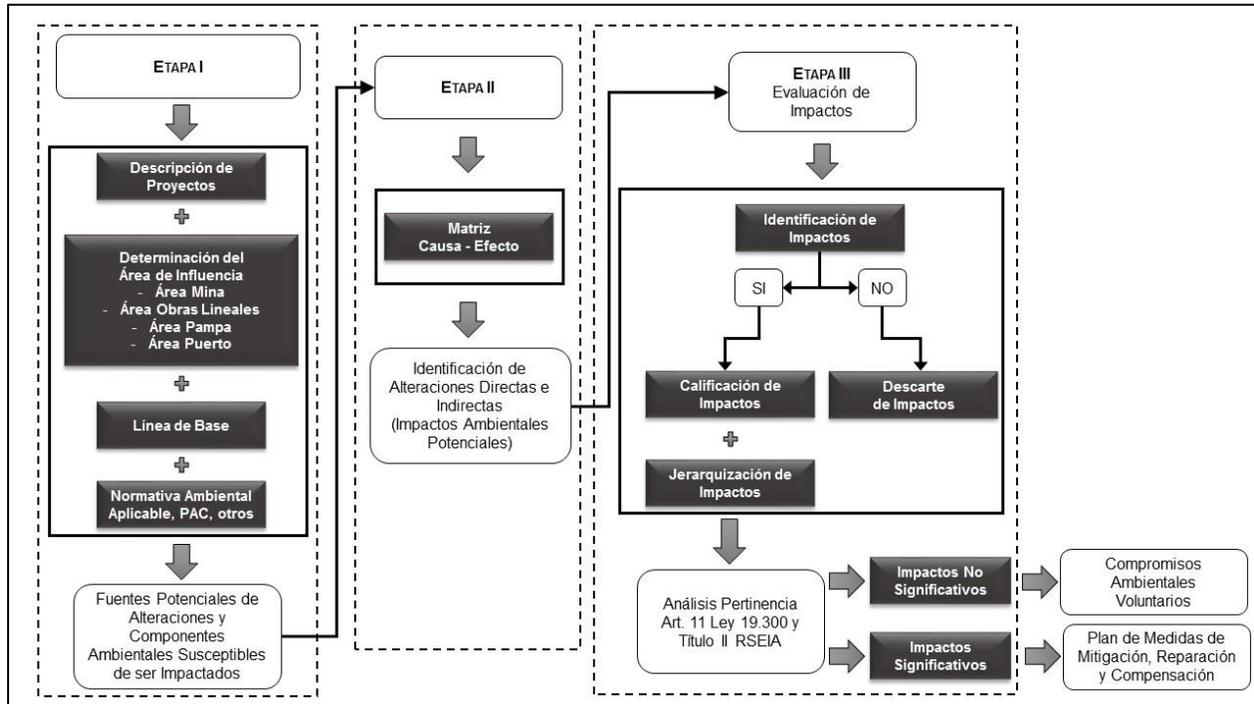
4.2 METODOLOGÍA

El proceso de predicción y evaluación de impactos ambientales del Proyecto, ha sido ejecutado en base a los siguientes pasos metodológicos:

- Etapa I: Identificación de fuentes potenciales de alteración y componentes ambientales susceptibles de ser impactados
- Etapa II: Identificación y estimación de alteraciones directas e indirectas (impactos ambientales potenciales)
- Etapa III: Evaluación de Impactos

La Figura 4-1, presenta la secuencia metodológica para la identificación, predicción y evaluación de los impactos ambientales (IA).

Figura 4-1. Metodología de Predicción y Evaluación de Impacto.



Fuente: Elaboración Propia.

Si bien, la normativa ambiental nacional no establece la utilización de una metodología específica para la evaluación y predicción de los impactos ambientales, la letra f) del artículo 18 del RSEIA al respecto señala:

“...La predicción de los impactos ambientales se efectuará en base a modelos, simulaciones, mediciones o cálculos matemáticos. Cuando, por su naturaleza, un impacto no se pueda cuantificar, su predicción sólo tendrá un carácter cualitativo.

El uso de procedimientos o metodologías necesarios para cumplir la exigencia señalada en el inciso anterior deberá estar debidamente justificado”.

Conforme a lo anterior, la metodología presentada corresponde a una técnica usualmente aceptada, la cual está destinada a obtener información con la cual sea posible ponderar la significancia de los impactos ambientales en función de los criterios establecidos en la Ley N° 19.300, el RSEIA y en guías específicas.

En este sentido, la metodología y los criterios utilizados permiten identificar, analizar y valorar las alteraciones sobre los elementos del medio ambiente del Área de Influencia (en adelante, AI) y en concreto determinar aquellos impactos que generarán efectos, características o circunstancias

del artículo 11 de la Ley N° 19.300 (impactos significativos), y que por lo tanto, requieren el diseño e implementación de medidas que puedan minimizar o hacerse cargo de sus efectos.

A continuación, se describe en detalle la metodología utilizada para la predicción y evaluación de impactos ambientales del Proyecto.

4.2.1 Etapa I – Identificación de Fuentes Potenciales de Alteración y Componentes Ambientales Susceptibles de ser Afectados

A partir de la Descripción del Proyecto, Área de Influencia, Línea de Base y Normativa Ambiental Vigente, es posible definir las obras, partes y acciones específicas que forman parte de las modificaciones que el Proyecto somete a evaluación, los componentes ambientales del AI (físicos, biológicos y socioculturales), así como la identificación específica y detallada de aquellas normas aplicables al Proyecto.

Con estos antecedentes y mediante la realización de un análisis integrado de la suma de los antecedentes obtenidos, es posible obtener la identificación de las “Fuentes Potenciales de Alteraciones y los Componentes Ambientales Susceptibles de ser Afectados” por el Proyecto.

4.2.2 Etapa II – Identificación y Estimación de Alteraciones Directas e Indirectas (Impactos Ambientales Potenciales)

Sobre la base del análisis de las fuentes potenciales de alteración y las características de los componentes y factores ambientales del AI susceptibles de ser afectados, se definen las posibles relaciones o interacciones que puedan producirse, y en consecuencia, generar impactos ambientales, tanto positivos como negativos.

Las alteraciones que puedan identificarse para el Proyecto, se definen a partir de una tabla de doble entrada (matriz causa – efecto), entendiendo como **causa** las fuentes potenciales de alteración derivadas de las obras, partes y/o acciones requeridas para todas las fases del Proyecto y que se describen en detalle en el Capítulo 1 “Descripción de Proyectos”, y el **efecto** entendido como el componente ambiental que es alterado por las fuentes potenciales de impacto. Las interacciones o relaciones del Proyecto con el medio ambiente pueden ser generales o específicas, las cuales en todos los casos, conllevan a la identificación de las alteraciones directas e indirectas que puedan producirse por el desarrollo del Proyecto.

4.2.3 Etapa III – Evaluación de Impacto

En esta etapa y a partir de la identificación previa de las alteraciones directas o indirectas (impactos ambientales potenciales), se identifican, califican y jerarquizan los impactos. En este sentido, mediante la aplicación del artículo 11 de la Ley N° 19.300, es posible obtener los Impactos Ambientales Significativos y No Significativos del Proyecto.

En base a lo anterior, la evaluación de impactos está dada por:

a) Identificación de Impactos

La identificación de los impactos se obtiene de los principales resultados obtenidos de la Línea de Base y de las modelaciones o simulaciones (en el caso que se realicen), así como a partir de la identificación de las alteraciones directas e indirectas que origine el Proyecto (matriz causa – efecto).

En esta etapa se describen las causas y las etapas en las que se originan los impactos identificados.

b) Descarte de Impactos

Cuando la aplicación de un modelo numérico, cálculo cuantitativo, aplicación de método cartográfico u otra herramienta de evaluación, determina que la variación de la línea de base es nula, imperceptible o marginal a causa del Proyecto, se procede a descartar el correspondiente impacto previamente identificado como potencial en la matriz causa-efecto.

c) Calificación de Impactos Ambientales

Una vez identificados y descritos los impactos ambientales, éstos son valorados de acuerdo a parámetros que definen la “**Calificación Ambiental del Impacto (CAI)**”, cuya fórmula está dada por:

$$CAI = C \times PO \times [(I + E + Du + De + Re)/5]$$

Dónde:

CAI:	Calificación Ambiental del Impacto
C:	Carácter
PO:	Probabilidad de Ocurrencia
I:	Intensidad
E:	Extensión
Du:	Duración
De:	Desarrollo
Re:	Reversibilidad

Carácter (C): Define si el impacto es benéfico (positivo) o perjudicial (negativo).

- Positivos: son aquellos que significan beneficios ambientales, tales como acciones de saneamiento o recuperación de áreas degradadas.
- Negativos: son aquellos que causan efectos adversos respecto de la situación de la Línea de Base del componente o del ambiente global, tales como la destrucción y corta de ejemplares de flora en categoría de conservación.

Probabilidad de Ocurrencia (PO): Califica la probabilidad de que el impacto analizado ocurra debido a la ejecución de las actividades del Proyecto. Va desde poco probable hasta cierto, con discriminadores entre ellos que permiten el juicio del especialista entre los distintos rangos. De esta forma, el especialista debe justificar la asignación de valor final al interior de un rango.

- Cierta: Existe certeza de la manifestación del impacto.
- Muy Probable: Existen altas expectativas de que se manifieste el impacto.
- Probable: Existen expectativas intermedias de que se manifieste el impacto.
- Poco Probable: Existen bajas expectativas de que se manifieste el impacto.

Intensidad (I): La intensidad se define a partir de conceptos de **magnitud y/o significancia**, dependiendo si el enfoque se encuentra en la actividad generadora, en el medio receptor o en ambas. Para nuestro caso específico se define, por la interacción entre el Grado de Perturbación que ejercen las actividades del Proyecto y el Valor Ambiental del recurso afectado.

Tabla 4-1. Magnitud v/s Valor Ambiental.

Grado de Perturbación (Magnitud)	Valor Ambiental (VA)			
	Muy Alto (4)	Alto (3)	Mediano (2)	Bajo (1)
Muy Fuerte (4)	Muy Alta (4)	Muy Alta (4)	Alta (3)	Mediana (2)
Fuerte (3)	Muy Alta (4)	Alta (3)	Mediana (2)	Mediana (2)
Medio (2)	Alta (3)	Mediana (2)	Mediana (2)	Baja (1)
Suave (1)	Mediana (2)	Mediana (2)	Baja (1)	Baja (1)

Fuente: Elaboración Propia.

Los criterios establecidos para el Valor Ambiental (VA), son los que se indican a continuación:

Tabla 4-2. Rangos de Valor Ambiental del Componente.

Rango	Calificación	Descripción
4	Muy Alto	<ul style="list-style-type: none"> - La componente ambiental posee una óptima calidad basal y es relevante para las otras componentes ambientales; - Es escasamente representado y/o posee elementos de carácter endémico o singular. - Está compuesto casi exclusivamente por especies o componentes singulares o amenazados; - Presenta una relación sensible o altamente dependiente con otras componentes ambientales;

Rango	Calificación	Descripción
		<ul style="list-style-type: none"> - Presenta restricciones para su intervención, dada su casi nula capacidad de resiliencia y/o fragilidad; - Posee una alta valoración por parte de los grupos humanos por su valor histórico o uso actual.
3	Alto	<ul style="list-style-type: none"> - La componente ambiental posee una alta calidad basal y es moderadamente relevante para las otras componentes ambientales; - Presenta una baja abundancia; - Contiene una alta proporción de especies o componentes singulares o amenazados; - Provee servicios ambientales relevantes que le permiten interactuar con el resto del sistema o componente ambiental; - Presenta restricciones para su intervención, dada su baja capacidad de resiliencia y/o fragilidad; - Posee un régimen de protección oficial; - Posee una valoración moderadamente alta por parte de los grupos humanos por su valor histórico y/o uso actual;
2	Mediano	<ul style="list-style-type: none"> - La componente ambiental posee una mediana calidad basal, pero no es relevante para otras componentes ambientales. - Posee una abundancia y/o representatividad aceptable; - Baja proporción de especies o componentes singulares y/o amenazadas; - Provee servicios ambientales que no se consideran críticos; - Posee una capacidad de resiliencia aceptable; - Es valorado por parte de la comunidad, pero que actualmente posee alternativas de remplazo.
1	Bajo	<ul style="list-style-type: none"> - La componente ambiental tiene baja calidad basal y no es relevante para las otras componentes ambientales. - Es abundante y/o altamente representada; - No contiene especies o componentes singulares o amenazadas; - No provee servicios ambientales relevantes; - No posee condiciones que restrinjan su intervención; - Posee una escasa valoración del grupo humano.

Fuente: Elaboración Propia.

A partir de lo anterior se determina que:

Tabla 4-3. Rangos de Intensidad.

GP/VA	Rango de Intensidad	Calificación de Parámetro Intensidad
4	Muy Alta	0,9 – 1,0
3	Alta	0,7 – 0,8
2	Mediana	0,4 – 0,6
1	Baja	0,1 – 0,3

Fuente: Elaboración Propia.

Extensión (E): Extensión del AI del componente afectado por el impacto ambiental y no necesariamente coincide con la localización de la acción que origina el impacto.

- Extenso: cuando la acción impactante se detecta en gran parte del AI analizada, por ejemplo equivalente o superior a una subcuenca o una comuna.
- Local: aquel cuyo impacto incide sobre un área apreciable del AI, abarcando una superficie mayor a una hectárea y menor a una subcuenca o comuna.
- Puntual: aquel impacto que se produce en un área muy localizada del AI, abarcando una superficie menor a una hectárea.

Duración (Du): Se califica como duración al tiempo durante el cual las repercusiones del impacto se mantendrán o serán percibidas u observadas.

- Permanente: cuando el impacto tiene una duración de 10 años o más
- Larga: cuando el impacto tiene un tiempo de duración entre 3 y 10 años
- Mediana: cuando el impacto tiene un tiempo de duración entre 1 y 3 años
- Corta: cuando el impacto tiene una duración menor a 1 año

Desarrollo (De): Califica el tiempo en que el impacto tarda en desarrollarse completamente; es decir, la forma cómo evoluciona y se manifiesta desde que se genera hasta que se materializa completamente con todas sus consecuencias. Puede ser entendido como:

- Rápido: el impacto tarda menos de 1 año en desarrollarse
- Medio: el impacto tarda entre 1 a 3 años en desarrollarse
- Lento: el impacto tarda más de 3 años en desarrollarse

Reversibilidad (Re): Evalúa la capacidad que tiene el impacto de ser revertido naturalmente (asociado al concepto de resiliencia) o mediante acciones consideradas en el Proyecto (asociadas a la recuperación).

- Irreversible: El impacto no puede ser revertido en el tiempo, de forma natural y tampoco mediante acciones consideradas en el Proyecto.
- Parcialmente Reversible: Entre 3 meses a 5 años. El impacto no se revierte de forma natural; pero se revierte al menos parcialmente mediante acciones consideradas en el Proyecto.
- Reversible: Menor a 3 meses. El impacto se revierte en forma natural después de terminada la actividad que lo genera.

En base a las consideraciones expuestas, la Tabla 4-4, presenta en detalle los parámetros considerados para la calificación de impactos ambientales potenciales.

Tabla 4-4. Parámetros de Calificación de Impactos Ambientales Potenciales.

Parámetros	Rango	Calificación
Carácter (C)	Negativo	-1,0
	Positivo	1,0
Probabilidad de Ocurrencia (PO)	Cierto	0,9 – 1,0
	Muy Probable	0,7 – 0,8
	Probable	0,4 – 0,6
	Poco Probable	0,1 – 0,3
Intensidad (I)	Muy Alta	0,9 – 1,0
	Alta	0,7 – 0,8
	Mediana	0,4 – 0,6
	Baja	0,1 – 0,3
Extensión (E)	Extenso	0,8 – 1,0
	Local	0,4 – 0,7
	Puntual	0,1 – 0,3
Duración (Du)	Permanente	0,8 – 1,0
	Larga	0,5 – 0,7
	Media	0,3 – 0,4
	Corta	0,1 – 0,2
Desarrollo (De)	Rápido	0,8 – 1,0
	Medio	0,4 – 0,7
	Lento	0,1 – 0,3
Reversibilidad (Re)	Irreversible	0,8 – 1,0
	Parcialmente Reversible	0,4 – 0,7
	Reversible	0,1 – 0,3

Fuente: Elaboración Propia.

d) Jerarquización del Impacto

La Jerarquización del Impacto se define de acuerdo a los rangos y valores numéricos obtenidos a partir de la Calificación Ambiental de Impacto (CAI), el cual puede alcanzar valores entre -1,0 y 1,0. Los impactos ambientales son jerarquizados mediante la escala relativa que se presenta a continuación en la Tabla 4-5.

Tabla 4-5. Rangos de Jerarquización Ambiental de Impactos Potenciales.

CAI	Jerarquización del Impacto
1,0 a 0,1	Positivo
0	Indiferenciado o Neutro
-0,1 a -0,5	Negativo Bajo
-0,51 a -0,8	Negativo Medio
-0,81 a -1,0	Negativo Alto

Fuente: Elaboración Propia.

Según se indica en la tabla anterior, para efectos de determinar si los impactos ambientales evaluados constituyen “impactos ambientales significativos” en base a los criterios consignados en el Art. 11 de la Ley y en los artículos 5 al 10 del RSEIA, la presente metodología define como impactos ambientales significativos, a todos aquellos impactos jerarquizados como “Negativo Medio” y “Negativo Alto”. Para estos impactos, se elaborará un Plan de Medidas de Mitigación, Reparación y Compensación que forman parte del Capítulo 7 del presente EIA.

Sobre la base de las consideraciones anteriores, los impactos jerarquizados como “Negativo Bajo”, “Indiferenciado o Neutro” o “Positivo”, serán clasificados como impactos no significativos.

4.3 PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

En las siguientes secciones del presente capítulo, se desarrollará cada una de las etapas del Proyecto Minero Quebrada Blanca Fase 2, en relación a la predicción y evaluación de impactos ambientales.

4.3.1 Etapa I – Identificación de Fuentes Potenciales de Alteración y Componentes Ambientales Susceptibles de ser Afectados

Las fuentes potenciales de alteración han sido identificadas en base a la descripción de las obras y actividades del Proyecto para las fases de Construcción, Operación y Cierre, que forman parte de las modificaciones que el Proyecto somete a evaluación y al área del Proyecto en que estas se desarrollan (Mina, Obras Lineales, Pampa y Puerto). Su identificación se lleva a cabo a partir de los antecedentes contenidos en el Capítulo 1 “Descripción de Proyectos”.

A continuación, se detallan las fuentes potenciales de alteración del Proyecto, para cada una de sus fases de desarrollo y áreas de emplazamiento.

4.3.1.1 Fase de Construcción

4.3.1.1.1 Todas las áreas

A continuación, se presentan las actividades específicas derivadas la construcción de las obras, partes y acciones del Proyecto y las fuentes potenciales de alteración, comunes para todas las áreas.

Tabla 4-6. Actividades específicas del Proyecto y fuentes de alteración. Fase Construcción. Todas las partes y obras.

Actividades Específicas	Fuentes de Alteración
<ul style="list-style-type: none"> - Habilitación de instalaciones de faenas (temporales) - Conformación de frentes de trabajo - Desmantelamiento y continuidad operativa de las instalaciones de apoyo a la construcción - Contratación de personal - Consumo y suministro de agua potable e industrial - Consumo y suministro de energía eléctrica - Consumo y suministro de insumos para la construcción - Transporte de personal - Transporte de residuos y efluentes 	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención de superficie terrestre y acondicionamiento del terreno - Generación de emisiones de Material Particulado (MP) y gases - Generación de emisiones de ruido - Generación de vibraciones - Generación de residuos sólidos (RSD⁴, RSDA⁵, RISES NP⁶, RESCOM⁷, RESPEL⁸, REAS⁹, lodos PTAS¹⁰ y neumáticos) - Generación de efluentes líquidos (aguas servidas) - Generación de flujo vehicular por rutas públicas y caminos de acceso

⁴ Residuos sólidos domiciliarios.

⁵ Residuos sólidos domiciliarios asimilables.

⁶ Residuos sólidos industriales no peligrosos.

⁷ Residuos de la construcción.

⁸ Residuos sólidos peligrosos.

⁹ Residuos de establecimientos de atención de salud.

¹⁰ Lodos de las plantas de tratamiento de aguas servidas.

Actividades Específicas	Fuentes de Alteración
<ul style="list-style-type: none"> - Transporte de insumos y materiales - Transporte de sustancias peligrosas - Generación y manejo de residuos sólidos - Generación y manejo de aguas servidas - Riego de caminos y áreas de movimiento de tierra - Mantenimiento de equipos y maquinaria - Almacenamiento de insumos y materiales - Almacenamiento de sustancias peligrosas 	<ul style="list-style-type: none"> - Generación de flujo vehicular por caminos internos - Contratación de mano de obra

Fuente: Elaboración Propia.

4.3.1.1.2 Área Mina

A continuación, se presentan las actividades específicas y las fuentes de impactos derivadas de la construcción de las obras, partes y/o acciones del Proyecto, que se desarrollarán en el Área Mina.

Tabla 4-7. Actividades específicas del Proyecto y fuentes de alteración. Fase Construcción. Área Mina.

Sub-área	Actividades	Actividades Específicas	Fuentes de Alteración
Mina - Planta	Pre-stripping Rajo	<ul style="list-style-type: none"> - Perforación y tronaduras. - Extracción y carguío de mineral y estéril - Transporte y disposición de material en botaderos y acopios - Desaguado del rajo hacia piscinas gemelas 	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención de superficie terrestre y acondicionamiento del terreno - Generación de emisiones de MP
	Construcción del chancador primario y acopio de mineral grueso	<ul style="list-style-type: none"> - Habilitación del terreno - Perforación y tronaduras - Movimientos de tierra y excavaciones para establecer la fundación de la planta de chancado - Construcción del acceso y plataforma de operación - Construcción de obras civiles - Instalación y montaje de equipos y estructuras 	<ul style="list-style-type: none"> - Generación de emisiones de gases - Generación de emisiones de ruido - Generación de vibraciones - Generación de residuos sólidos (RSD, RSDA, RISES NP, RESCOM, RESPEL, REAS, lodos PTAS y neumáticos)
	Construcción de las correas transportadoras	<ul style="list-style-type: none"> - Habilitación del terreno a lo largo del trazado de la correa y del camino de servicio - Tronaduras - Movimiento de tierra y excavaciones para la construcción de fundaciones de las torres de transferencia y soportes de la correa - Construcción de obras civiles - Instalación y/o montaje de estructuras y mecanismos de la correa transportadora 	<ul style="list-style-type: none"> - Generación de efluentes líquidos (aguas servidas) - Generación de flujo vehicular por rutas públicas y caminos de acceso
	Construcción de la planta concentradora e	<ul style="list-style-type: none"> - Habilitación del terreno - Perforación y tronaduras 	

Sub-área	Actividades	Actividades Específicas	Fuentes de Alteración
	instalaciones circundantes	<ul style="list-style-type: none"> - Movimiento de tierras y excavaciones - Construcción de obras civiles - Instalación y/o montaje de estructuras - Instalación y/o montaje de revestimientos y estructuras para las piscinas de agua de proceso, agua fresca y agua de contacto 	<ul style="list-style-type: none"> - Generación de flujo vehicular por caminos internos - Generación de aguas de contacto - Intervención de la red de drenaje natural
	Operación de instalaciones de apoyo a la construcción en área Concentradora	<ul style="list-style-type: none"> - Operación campamento en área Concentradora - Manejo de residuos - Chancado y harneo de material - Disposición de exceso de excavaciones (botadero de gruesos) - Mantenimiento de equipos (talleres de maquinarias) - Almacenamiento de materiales y repuestos - Mantenimiento de vehículos livianos (talleres de vehículos livianos) - Almacenamiento y manipulación de equipos radiactivos - Almacenamiento de combustible (estación de combustible garita) - Lavado de vehículos livianos (estación garita) - Preparación de hormigón - Operación de generadores eléctricos - Mantenimiento de camiones (taller de camiones) - Tratamiento de agua potable - Disposición de neumáticos usados - Retiro de instalaciones de apoyo 	
	Operación y cierre del canal de contorno del Botadero Sur de Ripios de Lixiviación (lado oriente)	<ul style="list-style-type: none"> - Interceptación de escorrentía de agua superficial natural - Redirección de aguas interceptadas - Mantenimiento e inspecciones - Cierre de instalaciones 	
	Construcción y operación del canal de contorno Este	<ul style="list-style-type: none"> - Habilitación del terreno - Movimiento de tierra y excavaciones - Instalación de revestimientos - Construcción de obras civiles 	
	Construcción de canales de contorno Planta Concentradora	<ul style="list-style-type: none"> - Habilitación del terreno - Movimiento de tierra y excavaciones - Instalación de revestimientos - Construcción de obras civiles - Interceptación de escorrentía de agua superficial natural - Redirección de aguas interceptadas - Mantenimiento e inspecciones 	
	Operación de la Cortina hidráulica N°1	<ul style="list-style-type: none"> - Bombeo de agua subterránea en quebrada Blanca 	

Sub-área	Actividades	Actividades Específicas	Fuentes de Alteración
	Operación del Sistema cortafugas N°1 y Piscina de control quebrada Blanca	<ul style="list-style-type: none"> - Captación y bombeo de filtraciones 	
	Operación del Sistema de Inyección N°1	<ul style="list-style-type: none"> - Restitución de agua en quebrada Blanca 	
	Operación Piscinas de emergencia existentes QB1 (Piscina de Óxidos de Baja Ley, Piscinas de Emergencia de Óxidos de Baja Ley, Piscina de Emergencia Quebrada Ciénaga y Piscinas de Emergencia del Botadero de Lixiviación de Sulfuros)	<ul style="list-style-type: none"> - Colección de agua de contacto - Cese de funciones 	
	Operación y cierre del canal de contorno del Botadero Sur de Ripios de Lixiviación - Lado Norte	<ul style="list-style-type: none"> - Colección y desvío de agua de contacto - Cese de funciones 	
	Operación Piscina y muro interceptor y Piscinas Gemelas	<ul style="list-style-type: none"> - Colección de solución lixiviada y agua de contacto - Recepción aguas de desagüe del rajo 	
	Habilitación y operación del campamento Original (pionero) e instalaciones asociadas	<ul style="list-style-type: none"> - Reacondicionamiento de edificaciones (campamento) - Construcción de obras civiles - Instalación y/o montaje de equipos y estructuras - Operación campamento y comedor - Manejo y tratamiento de aguas servidas - Operación generador eléctrico - Almacenamiento de materiales y repuestos - Mantenimiento de camiones - Mantenimiento de equipos - Retiro de instalaciones 	
	Ampliación y operación del CMRS Mina-Planta	<ul style="list-style-type: none"> - Habilitación del terreno - Movimiento de tierra y excavaciones - Instalación de revestimientos (para el monorrelleno de lodos y el relleno sanitario) - Construcción de obras civiles - Almacenamiento de residuos peligrosos - Almacenamiento de residuos industriales - Disposición de residuos domésticos 	

Sub-área	Actividades	Actividades Específicas	Fuentes de Alteración
		<ul style="list-style-type: none"> - Depósito de escombros - Manejo de percolados - Disposición de tierras y lodos (rellenos del CMRS) 	
	Ampliación del PTAS Tambo-Tarapacá	<ul style="list-style-type: none"> - Habilitación del terreno - Movimiento de tierra y excavaciones - Construcción de obras civiles - Montaje de equipos 	
	Construcción depósito de escombros	<ul style="list-style-type: none"> - Habilitación del terreno - Movimiento de tierra y excavaciones - Almacenamiento de escombros 	
	Construcción de torre de comunicaciones Cerro Pile y camino de acceso	<ul style="list-style-type: none"> - Despeje de la faja - Movimiento de tierras y excavaciones - Construcción de obras civiles - Instalación y montaje de estructuras - Operación y monitoreo de la torre de comunicación 	
	Construcción y operación de líneas eléctricas de 23 kV	<ul style="list-style-type: none"> - Movimiento de tierra y excavaciones - Construcción de obras civiles - Instalación y montaje de estructuras - Operación y monitoreo de las líneas eléctricas 	
	Mejoramiento y operación de polvorín Mina existente	<ul style="list-style-type: none"> - Habilitación del terreno - Construcción de obras civiles - Instalación y montaje de estructuras - Almacenamiento de explosivos - Lavado de camiones - Mantenimiento de camiones 	
Depósito de Relaves	Habilitación de plataformas de caminos y tuberías de los sistemas de clasificación y distribución de relaves y de recolección y manejo de aguas de relave	<ul style="list-style-type: none"> - Despeje de la faja - Movimientos de tierra y excavaciones - Perforación y tronaduras - Formación y compactación de terraplenes - Instalación de tuberías 	
	Construcción de la estación de ciclones (sistema de clasificación y distribución de relaves) y estaciones de bombeo (sistema de recolección y manejo de aguas de relaves)	<ul style="list-style-type: none"> - Movimientos de tierra y excavaciones - Perforación y Tronaduras - Construcción de obras civiles - Instalación de estructuras y equipos 	
	Construcción de muro de partida y muro ataguía	<ul style="list-style-type: none"> - Remoción de material suelto a cada lado de los estribos (abutments) del muro de partida - Limpieza de material para la fundación del muro de partida - Excavación de la trinchera para el sistema del drenaje bajo el muro de 	

Sub-área	Actividades	Actividades Específicas	Fuentes de Alteración
		partida y colocación del relleno para dicho sistema - Colocación del relleno de roca - Colocación del material de filtro proyectado aguas arriba del muro de partida - Colocación del revestimiento aguas arriba - Construcción sistema drenaje aguas abajo de muro de partida - Construcción de bermas	
	Construcción y operación del canal de contorno Depósito de Relaves y camino paralelo	- Habilitación del terreno - Movimiento de tierra y excavaciones - Perforación y tronaduras - Instalación de revestimientos - Construcción de obras civiles - Intercepción de escorrentía de agua superficial natural - Redirección de aguas interceptadas - Mantenimiento e inspecciones	
	Construcción y operación de Piscinas colectoras de filtraciones	- Movimiento de tierras, excavaciones y remoción del terreno - Instalación y montaje tuberías y bomba - Instalación de revestimientos - Colección de agua de contacto	
	Construcción y operación de sistema de manejo de aguas para la construcción	- Movimientos de tierra, excavaciones y remoción del terreno - Instalación y montaje de tuberías y bombas - Desvío y reincorporación de agua a quebrada Blanca	
	Operación Cortina hidráulica N°2	- Reubicación temporal de las tuberías - Bombeo de agua subterránea en quebrada Blanca	
	Construcción del Sistema cortafugas N°2	- 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 sistema de recuperación - Construcción de zanja cortafugas - Captación y bombeo de filtraciones (en caso eventual)	
	Operación Sistema de Inyección N°2	- Reubicación de las tuberías - Restitución de agua en quebrada Blanca	
	Plataformas de la canaleta de relaves y tuberías de transporte de agua recuperada,	- Despeje y habilitación del terreno - Perforación y tronaduras - Movimientos de tierra y excavaciones - Conformación de las plataformas de trabajo	

Sub-área	Actividades	Actividades Específicas	Fuentes de Alteración
	agua de dilución y agua de restitución	- Formación y compactación de terraplenes	
	Instalación de tuberías de transporte de agua recuperada, agua de dilución y agua de restitución	- Excavación de zanjas - Desfile, doblado y soldadura de tuberías - Instalación de tuberías - Construcción de obras civiles (incluyendo cruces de cauce) - Pruebas hidrostáticas	
	Instalación de canaleta de relaves	- Habilitación de la canaleta por el método de encofrado deslizante - Construcción de obras civiles (rápido del STR, las obras de arte para el cruce de quebradas y el atraveso de caminos)	
	Instalación de LAT Mina – Estación de Bombeo STAR	- Movimientos de tierra y excavaciones - Emplantillado y fundaciones - Montaje de estructuras - Instalación de aislación - Tendido de conductores - Trabajos finales (Remates) - Operación y monitoreo de las LAT	
	Instalaciones de faena y de apoyo a la construcción de subárea Depósito de Relaves	- Habilitación del terreno - Construcción de obras civiles - Operación comedor satélite - Almacenamiento de insumos - Acopio de materiales - Operación de generador eléctrico - Disposición de excedentes de excavaciones - Mantenimiento de equipos - Mantenimiento de vehículos livianos - Chancado y harneo de material - Preparación de hormigón - Almacenamiento de explosivos - Operación de canteras (tronaduras y movimientos de tierra) - Extracción de empréstitos - Retiro de instalaciones de apoyo	

Fuente: Elaboración Propia.

4.3.1.1.3 Área Obras Lineales

A continuación, se presentan las actividades específicas y las fuentes de impactos derivadas de la construcción de las obras, partes y/o acciones del Proyecto, que se desarrollarán en el Área Obras Lineales.

Tabla 4-8. Actividades específicas del Proyecto y fuentes de alteración. Fase Construcción. Área Obras Lineales.

Parte y Obras	Actividades	Actividades Específicas	Fuentes de Alteración
Sistema de Transporte de Concentrado (STC) y Sistema de Transporte de Agua Desalinizada (STAD)	Construcción de las plataformas de ductos y estaciones del STC y STAD	<ul style="list-style-type: none"> - Despeje y habilitación del terreno - Perforación y tronaduras - Movimientos de tierra y excavaciones - Conformación de las plataformas de trabajo - Construcción de obras civiles - Instalación y/o montaje de equipos - Instalación de revestimientos de piscinas de emergencia 	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención de superficie terrestre y acondicionamiento del terreno - Generación de emisiones de MP - Generación de emisiones de ruido - Generación de vibraciones - Generación de residuos sólidos (RSD, RSDA, RISES NP, RESCOM, RESPEL y lodos PTAS) - Generación de efluentes líquidos (aguas servidas) - Generación de flujo vehicular por rutas públicas y caminos de acceso - Generación de flujo vehicular por caminos internos - Intervención de cauces
	Instalación de tuberías de transporte de concentrado y de agua desalinizada	<ul style="list-style-type: none"> - Excavación de zanjas - Desfile, doblado y soldadura de tuberías - Instalación de tuberías - Construcción de obras civiles (incluyendo cruces de cauce) - Pruebas hidrostáticas 	
	Instalaciones de faena y de apoyo a la construcción	<ul style="list-style-type: none"> - Habilidad del terreno - Construcción de obras civiles - Almacenamiento de explosivos - Disposición de excedentes de excavación - Acopio de áridos - Preparación de hormigón - Chancado y harneo de material - Almacenamiento de insumos - Operación generador eléctrico - Retiro de instalaciones 	
Construcción de Líneas eléctricas de alta tensión	<ul style="list-style-type: none"> - Movimientos de tierra y excavaciones - Perforación y tronadura (en el caso del tramos 2-B) - Emplantillado y fundaciones - Montaje de estructuras (uso de helicóptero para algunas estructuras del tramo 2-A) - Instalación de aislación - Tendido de conductores - Trabajos finales (Remates) 		
Sistema de Suministro y Transmisión de Energía Eléctrica - Líneas eléctricas de alta tensión (LAT)	Construcción de Subestaciones	<ul style="list-style-type: none"> - Movimientos de tierra y excavaciones - Construcción de obras civiles - Montaje de estructuras - Montaje electromecánico 	
	Habilitación de huellas de acceso a torres	<ul style="list-style-type: none"> - Escarpe del terreno 	
	Instalaciones de faena y apoyo a la Construcción LAT	<ul style="list-style-type: none"> - Habilidad del terreno - Construcción de obras civiles - Acopio de materiales - Acopio de insumos 	

Parte y Obras	Actividades	Actividades Específicas	Fuentes de Alteración
		<ul style="list-style-type: none"> - Operación generador eléctrico - Mantenimiento de equipos - Retiro de instalaciones 	
Caminos	Construcción de camino variante A-97B	<ul style="list-style-type: none"> - Despeje de la faja y habilitación del terreno - Perforación y tronaduras - Movimiento de tierra y excavaciones - Formación y compactación de terraplenes - Construcción de la carpeta de rodado 	
	Instalaciones de faena y apoyo a la construcción camino variante A-97B	<ul style="list-style-type: none"> - Habilidad del terreno - Construcción de obras civiles - Acopio de materiales - Acopio de insumos - Chancado de material - Operación generador eléctrico - Retiro de instalaciones 	
	Construcción de huellas de acceso a las torres de comunicaciones Cerro Coposa y Alto Patache	<ul style="list-style-type: none"> - Despeje de la faja y habilitación del terreno - Perfilado (Conformación de la huella) 	
	Habilitación de huellas a mejorar	<ul style="list-style-type: none"> - Despeje de la faja y habilitación del terreno - Perfilado (Mejoramiento de la huella existente) 	
	Construcción del campamento Ductos Nº 1 e instalaciones asociadas	<ul style="list-style-type: none"> - Habilidad del terreno - Perforación y tronaduras - Movimiento de tierra y excavaciones - Construcción de obras civiles - Instalación y/o montaje de equipos - Operación campamento - Operación comedor - Operación de generadores eléctricos - Manejo y tratamiento de aguas servidas - Mantenimiento de equipos - Acopio de material - Almacenamiento y manejo de combustible - Lavado de camiones - Secado de lodos - Preparación de hormigón - Almacenamiento y gestión de residuos - Retiro de instalaciones 	
	Construcción del campamento	<ul style="list-style-type: none"> - Habilidad del terreno - Perforación y tronaduras 	

Parte y Obras	Actividades	Actividades Específicas	Fuentes de Alteración
	Ductos N° 2 e instalaciones asociadas	<ul style="list-style-type: none"> - Movimiento de tierra y excavaciones - Construcción de obras civiles - Instalación y/o montaje de equipos - Operación campamento - Operación comedor - Operación de generadores eléctricos - Manejo y tratamiento de aguas servidas - Mantenimiento de equipos - Acopio de material - Almacenamiento y manejo de combustible - Lavado de camiones - Secado de lodos - Preparación de hormigón - Almacenamiento y gestión de residuos - Retiro de instalaciones 	
	Instalación torres de comunicación	<ul style="list-style-type: none"> - Movimiento de tierras y excavaciones - Construcción de obras civiles - Instalación y montaje de estructuras - Operación y monitoreo de la torre de comunicaciones 	
	Instalación líneas eléctricas de 6,9 kV	<ul style="list-style-type: none"> - Movimiento de tierras y excavaciones - Construcción de obras civiles - Instalación y montaje de estructuras - Operación y monitoreo líneas eléctricas 	

Fuente: Elaboración Propia.

4.3.1.1.4 Área Pampa

A continuación, se presentan las actividades específicas y las fuentes de impactos derivadas de la construcción de las obras, partes y/o acciones del Proyecto, que se desarrollarán en el Área Pampa.

Tabla 4-9. Actividades específicas del Proyecto y fuentes de alteración. Fase Construcción. Área Pampa.

Actividades	Actividades Específicas	Fuentes de Alteración
Construcción y operación de campamento Pampa e instalaciones asociadas	<ul style="list-style-type: none"> - Movimientos de tierra y excavaciones - Construcción de obras civiles 	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención de superficie terrestre - Generación de emisiones de MP - Generación de emisiones de ruido

Actividades	Actividades Específicas	Fuentes de Alteración
	<ul style="list-style-type: none"> - Operación campamento - Operación de comedor - Manejo y tratamiento de aguas servidas - Operación de generador eléctrico - Almacenamiento de petróleo - Retiro de instalaciones 	<ul style="list-style-type: none"> - Generación de vibraciones - Generación de residuos sólidos (RSD, RSDA, RISES NP, RESCOM y lodos PTAS) - Generación de efluentes líquidos (aguas servidas) - Generación de flujo vehicular por rutas públicas y caminos de acceso
<p>Construcción y operación de CMRS Pampa</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Movimientos de tierra y excavaciones - Construcción de obras civiles - Instalación de revestimientos - Almacenamiento de residuos peligrosos - Almacenamiento de residuos industriales - Depósito de escombros - Disposición de residuos domésticos - Manejo de percolados - Lavado de vehículos - Deshidratado y tratamiento de lodos - Disposición de tierras y lodos (rellenos del CMRS) - Retiro de instalaciones - Plan de cierre de los rellenos del CMRS 	<ul style="list-style-type: none"> - Generación de flujo vehicular por caminos internos - Contratación de mano de obra
<p>Construcción y operación de Torre de comunicaciones Cerro El Maní</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Movimientos de tierra y excavaciones - Construcción de obras civiles - Instalación y montaje de estructuras - Operación y monitoreo de la torre de comunicaciones 	
<p>Habilitación de cantera Pampa e instalaciones asociadas</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Movimientos de tierra y excavaciones - Perforación y tronaduras - Construcción de obras civiles - Preparación de áridos - Almacenamiento de explosivos - Retiro de instalaciones 	
<p>Construcción de caminos internos</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Despeje de la faja y habilitación del terreno - Movimientos de tierra y excavaciones - Formación y compactación de terraplenes 	

Fuente: Elaboración Propia.

4.3.1.1.5 Área Puerto

A continuación, se presentan las actividades específicas y las fuentes de impactos derivadas de la construcción de las obras, partes y/o acciones del Proyecto, que se desarrollarán en el Área Puerto.

Tabla 4-10. Actividades específicas del Proyecto y fuentes de alteración. Fase Construcción. Área Puerto.

Parte y Obras	Actividades	Actividades Específicas	Fuentes de Alteración
Instalación de apoyo a la construcción	Habilitación de instalaciones de apoyo a la construcción en área Norte	<ul style="list-style-type: none"> - Movimientos de tierra y excavaciones - Instalación y montaje de instalaciones temporales - Almacenamiento de explosivos - Disposición de escombros de construcción en zanjas - Disposición de excedentes de excavaciones - Acopio de áridos - Preparación de hormigón - Chancado y harneo de material - Almacenamiento de insumos - Mantención de equipos (taller de maquinarias) - Operación de generadores eléctricos - Retiro de las instalaciones 	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención de superficie terrestre y acondicionamiento del terreno - Generación de emisiones de MP - Generación de emisiones de ruido - Generación de vibraciones - Generación de residuos sólidos (RSD, RSDA, RISES NP, RESCOM, RESPEL y lodos PTAS) - Generación de efluentes líquidos (aguas servidas) - Generación de flujo vehicular por rutas públicas y caminos de acceso - Generación de flujo vehicular por caminos internos
	Habilitación de área de preparación y lanzamiento de tuberías (Lanzadera)	<ul style="list-style-type: none"> - Movimientos de tierra y excavaciones - Perforación y tronaduras - Construcción de obras civiles - Acopio de materiales - Acopio temporal de material excedente - Fabricación de estructuras - Almacenamiento de insumos - Mantención de equipos (Taller de maquinarias) - Operación de generadores eléctricos - Retiro de las instalaciones 	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención del fondo marino
Construcción de estructuras terrestres y marinas	Construcción de estructuras en el mar - Estructura de lanzamiento de tuberías	<ul style="list-style-type: none"> - Preparación y despeje del fondo marino - Instalación y anclaje de pilotes - Montaje de estructuras - Retiro de las instalaciones 	

Parte y Obras	Actividades	Actividades Específicas	Fuentes de Alteración
		<ul style="list-style-type: none"> - Lanzamiento de tuberías al mar y traslado por embarcaciones a las áreas de asentamiento de tuberías - Retiro de instalaciones 	
	Construcción del sector Sur: <ul style="list-style-type: none"> - PTAS Puerto - Almacenamiento de concentrado - Planta de Filtrado - Administración - Estanque de recepción de concentrado - Subestación eléctrica 	<ul style="list-style-type: none"> - Movimientos de tierra y excavaciones - Perforación y tronaduras - Construcción de obras civiles - Instalación y montaje de estructuras - Disposición de excedentes de excavaciones - Almacenamiento temporal de residuos - Almacenamiento de insumos - Mantenimiento de equipos - Operación de generador eléctrico - Manejo y tratamiento de aguas servidas - Retiro de instalaciones 	
	Construcción de estribo	<ul style="list-style-type: none"> - Movimientos de tierra y excavaciones - Tronaduras - Construcción de obras civiles 	
	Construcción de estructuras en el mar <ul style="list-style-type: none"> - Muelle de embarque y plataforma de carga 	<ul style="list-style-type: none"> - Preparación y despeje del fondo marino - Perforación y tronaduras submarinas - Instalación y anclaje de pilotes - Montaje de vigas de acero y hormigón del tablero - Montaje del cargador de barcos 	

Parte y Obras	Actividades	Actividades Específicas	Fuentes de Alteración
	Instalación de boyas	<ul style="list-style-type: none"> - Preparación y despeje del fondo marino - Instalación de muertos (container relleno de hormigón) – anclaje tipo 1 - Instalación de anclaje perforado bajo el mar – anclaje tipo 2 - Instalación de anclaje perforado en costa – anclaje tipo 3 - Instalación de anclaje de posición estacionaria - Tendido de anclas y cadenas 	
	Instalación de tuberías submarinas de sistema de captación y descarga de agua de mar	<ul style="list-style-type: none"> - Despeje del fondo marino en áreas de asentamiento de tuberías - Hundimiento de tuberías al fondo marino - Conexión de tuberías a cajones de admisión 	
Instalaciones Auxiliares	Construcción camino de acceso área Puerto – Intersección con Ruta 1	<ul style="list-style-type: none"> - Movimiento de tierras y excavaciones - Conformación y compactación de carpeta 	
	Construcción caminos internos	<ul style="list-style-type: none"> - Despeje de la faja y habilitación del terreno - Movimiento de tierras y excavaciones - Formación y compactación de terraplenes 	

Fuente: Elaboración Propia.

4.3.1.2 Fase de Operación

4.3.1.2.1 Todas las áreas

A continuación, se presentan las actividades específicas y las fuentes de impactos derivadas de la operación de las obras, partes y/o acciones del Proyecto, comunes para todas las áreas.

Tabla 4-11. Actividades específicas del Proyecto y fuentes de alteración. Fase Operación. Todas las partes y obras.

Actividades	Fuentes de Alteración
<ul style="list-style-type: none"> - Pruebas y puesta en marcha - Contratación de personal 	<ul style="list-style-type: none"> - Generación de emisiones de MP y gases - Generación de emisiones de ruido - Generación de vibraciones

Actividades	Fuentes de Alteración
<ul style="list-style-type: none"> - Consumo y suministro de agua potable e industrial - Consumo y suministro de energía eléctrica (líneas menores) - Consumo y suministro de insumos - Transporte de personal - Transporte de residuos y efluentes - Transporte de insumos y materiales - Transporte de sustancias peligrosas - Transporte de productos (concentrado de molibdeno) - Generación y manejo de residuos sólidos - Generación y manejo de aguas servidas - Mantenimiento de equipos y maquinaria - Almacenamiento de insumos y sustancias peligrosas 	<ul style="list-style-type: none"> - Generación de residuos sólidos (RSD, RSDA, RISES NP, RESCOM, RESPEL, REAS, lodos PTAS y neumáticos) - Generación de efluentes líquidos (aguas servidas) - Generación de flujo vehicular por rutas públicas y caminos de acceso - Generación de flujo vehicular por caminos internos. - Contratación de mano de obra

Fuente: Elaboración Propia.

4.3.1.2.2 Área Mina

A continuación, se presentan las actividades específicas y las fuentes de impactos derivadas de la operación de las obras, partes y/o acciones del Proyecto, que se desarrollarán en el Área Mina.

Tabla 4-12. Actividades específicas del Proyecto y fuentes de alteración. Fase Operación. Área Mina.

Parte y Obras	Actividades	Actividades Específicas	Fuentes de Alteración
Mina	Explotación del rajo	<ul style="list-style-type: none"> - Perforación y tronaduras - Extracción y carguío de mineral y estéril - Desaguado del rajo hacia el depósito de relaves 	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención de superficie terrestre - Generación de emisiones de MP
	Operación depósitos de estériles y mineral	<ul style="list-style-type: none"> - Descarga y almacenamiento de material estéril en botadero de estériles Norte - Descarga y almacenamiento de material estéril en botadero de estériles Sur - Descarga y almacenamiento de material estéril en acopio marginal Norte - Descarga y almacenamiento de material estéril en acopio marginal Sur 	<ul style="list-style-type: none"> - Generación de emisiones de gases - Generación de emisiones de ruido - Generación de vibraciones - Generación de residuos sólidos (RSD, RSDA, RISES NP, RESCOM, RESPEL, REAS, lodos PTAS y neumáticos)

Parte y Obras	Actividades	Actividades Específicas	Fuentes de Alteración
		<ul style="list-style-type: none"> - Descarga y almacenamiento de material en acopio de mineral Norte - Descarga y almacenamiento de material en acopio de mineral Sur - Remanejo de mineral en acopio de mineral Norte - Remanejo de mineral en acopio de mineral Sur 	<ul style="list-style-type: none"> - Generación de efluentes líquidos (aguas servidas) - Generación de flujo vehicular por rutas públicas y caminos de acceso - Generación de flujo vehicular por caminos internos
	Transporte por caminos mineros	<ul style="list-style-type: none"> - Transporte de mineral y estéril a chancador, botaderos y acopios 	<ul style="list-style-type: none"> - Generación de aguas de contacto
Planta	Operación Planta Concentradora	<ul style="list-style-type: none"> - Chancado del mineral - Transporte y acopio de mineral grueso - Molienda del mineral - Flotación colectiva (cobre-molibdeno) - Flotación de molibdeno - Espesamiento de relaves - Espesamiento de concentrado de cobre - Preparación y dosificación de reactivos líquidos - Preparación y dosificación de reactivos sólidos - Descarga de reactivos desde camiones - Mantenimiento de equipos 	<ul style="list-style-type: none"> - Generación de aguas de drenaje natural
	Operación instalaciones auxiliares en Planta Concentradora	<ul style="list-style-type: none"> - Operación campamento Concentradora - Operación comedor - Tratamiento de agua potable - Operación subestación eléctrica - Almacenamiento de combustible - Mantenimiento de equipos - Mantenimiento de vehículos livianos - Lavado de vehículos livianos - Disposición de neumáticos usados - Almacenamiento de insumos - Almacenamiento y manipulación de equipos radioactivos - Operación de laboratorio 	
	Reubicación polvorín Mina	<ul style="list-style-type: none"> - Movimiento de tierras y excavaciones - Construcción de obras civiles 	

Parte y Obras	Actividades	Actividades Específicas	Fuentes de Alteración
		<ul style="list-style-type: none"> - Instalación y montaje de estructuras - Almacenamiento de explosivos - Lavado de camiones - Mantenimiento de camiones - Retiro de instalaciones polvorín año 0 	
	Construcción Taller Equipos Mina	<ul style="list-style-type: none"> - Construcción de obras civiles - Instalación y/o montaje de equipos y estructuras - Lavado de equipos mina - Taller de neumáticos - Taller de soldadura - Taller de camiones - Almacenamiento y distribución de lubricantes 	
	Operación y cierre Taller Equipos Mina Temporal	<ul style="list-style-type: none"> - Lavado de equipos mina - Taller de neumáticos - Taller de soldadura - Taller camiones - Tratamiento de aguas servidas - Almacenamiento de repuestos - Retiro de instalaciones 	
	Operación Campamento Tambo-Tarapacá	<ul style="list-style-type: none"> - Operación campamento y comedor - Tratamiento de agua potable - Tratamiento de aguas servidas 	
	Operación CMRS Mina-Planta	<ul style="list-style-type: none"> - Almacenamiento de residuos domésticos e industriales - Manejo de percolados - Lavado de vehículos - Disposición de tierras para coberturas y lodos (monorellenos del CMRS) 	
	Operación Torre de comunicaciones Cerro Pile	<ul style="list-style-type: none"> - Operación y monitoreo de torre de comunicaciones 	
	Depósito de Relaves	Sistema de clasificación y distribución de relaves	

Parte y Obras	Actividades	Actividades Específicas	Fuentes de Alteración
		- Distribución de relaves y lamas gravitacionalmente a la cubeta del depósito	
	Peraltamiento de muros de arena	- Reubicación tuberías a medida que crece el muro - Distribución y extensión de arena en capas sobre talud aguas abajo del muro - Compactación de arena	
	Sistema de recuperación de agua	- Bombeo del agua de las lagunas operacionales por balsas - Bombeo y transporte del agua recuperada	
	Sistema de recolección de drenajes	- Construcción de drenes a medida que crece el muro - Recolección de filtraciones del muro de arena en piscinas - Bombeo del agua recolectada al estanque de dilución de la estación de ciclones	
	Sistema instrumentación geotécnica	- Monitoreo sísmico - Monitoreo de control del nivel freático en los muros - Monitoreo de control de las filtraciones	
	Operación instalaciones auxiliares del Depósito de Relaves	- Tratamiento de aguas servidas - Operación subestaciones eléctricas	
Manejo de Aguas de contacto	Manejo de aguas de contacto – Piscina muro interceptor y Piscinas gemelas	- Colección de aguas de contacto	
	Manejo de aguas de contacto – Cortina hidráulica N°1	- Bombeo de agua subterránea en quebrada Blanca - Cese de funciones	
	Manejo de aguas de contacto – Sistema cortafugas N°1 y Piscina de control quebrada Blanca	- Captación y bombeo de filtraciones - Cese de funciones	
	Manejo de aguas de contacto – Sistema de inyección N°1	- Restitución de agua en quebrada Blanca - Cese de funciones	
	Manejo de aguas de contacto – Piscinas de Emergencia del Botadero de Lixiviación de Sulfuros	- Colección de agua de contacto - Cese de funciones	

Parte y Obras	Actividades	Actividades Específicas	Fuentes de Alteración
	Manejo de aguas de contacto – Piscina de emergencia en Planta Concentradora	- Colección de agua de contacto - Monitoreo de aguas de contacto	
	Manejo de aguas de contacto – Piscinas Colectoras de Filtraciones	- Colección de agua de contacto	
	Manejo de aguas de contacto – Cortina Hidráulica N°2	- Bombeo de agua subterránea en quebrada Blanca	
	Manejo de aguas de contacto – Sistema Cortafugas N°2	- Captación y bombeo de filtraciones (en caso eventual)	
	Manejo de aguas de contacto – Sistema de Inyección N°2	- Restitución de agua a la Quebrada Blanca	
	Manejo de aguas de no contacto – Canales de contorno (Este, Planta Concentradora y Depósito de relaves)	- Interceptación de escorrentía de agua superficial natural - Redirección de aguas interceptadas - Mantenimiento e inspecciones	
Líneas eléctricas de alta tensión	Transmisión de energía eléctrica	- Operación y monitoreo líneas eléctricas	
Sistema de Transporte de Agua Recuperada (STAR)	Transporte del agua recuperada	- Monitoreo instrumental	
Sistema de Transporte de Relaves (STR)	Transporte de relaves	- Monitoreo permanente de los datos instrumentales - Inspecciones a lo largo del trazado	
Obras e instalaciones remanentes de QB1	Obras e instalaciones remanentes de QB1	- Desmontaje y desmantelamiento de equipos, elementos estructurales y cableados	

Fuente: Elaboración Propia.

4.3.1.2.3 Área Obras Lineales

A continuación, se presentan las actividades específicas y las fuentes de impactos derivadas de la operación de las obras, partes y/o acciones del Proyecto, que se desarrollarán en el Área Obras Lineales.

Tabla 4-13. Actividades específicas del Proyecto y fuentes de alteración. Fase Operación. Área Obras Lineales.

Parte y Obras	Actividades Específicas	Fuentes de Alteración
Sistema de Transporte de Concentrado (STC)	- Operación de estación de bombeo, estaciones disipadoras, estaciones de válvulas, estaciones de monitoreo de presión y estación terminal - Mantenimiento de equipos	- Generación de emisiones de MP - Generación de emisiones de ruido
Sistema de Transporte de Agua Desalinizada (STAD)	- Operación de estaciones de bombeo y estación terminal - Operación de subestación eléctrica - Mantenimiento de equipos	- Generación de efluentes líquidos - Generación de flujo vehicular por rutas públicas y caminos de acceso
Líneas eléctricas de alta tensión	- Operación y monitoreo líneas eléctrica	- Generación de flujo vehicular por caminos internos
Caminos	- Flujos de transporte por Variante A-97B	

Fuente: Elaboración Propia.

4.3.1.2.4 Área Pampa

A continuación, se presentan las actividades específicas y las fuentes de impactos derivadas de la Operación de las obras, partes y/o acciones del Proyecto, que se desarrollarán en el Área Pampa.

Tabla 4-14. Actividades específicas del Proyecto y fuentes de alteración. Fase Operación. Área Pampa.

Parte y Obras	Actividades Específicas	Fuentes de Alteración
Torre de Comunicación Cerro El Maní	- Operación y monitoreo de torre de comunicaciones	No se identifican fuentes de alteración
CMRS Pampa	- Plan de monitoreo y control de los rellenos del CMRS Pampa	

Fuente: Elaboración Propia.

4.3.1.2.5 Área Puerto

A continuación, se presentan las actividades específicas y las fuentes de impactos derivadas de la operación de las obras, partes y/o acciones del Proyecto, que se desarrollarán en el Área Puerto.

Tabla 4-15. Actividades específicas del Proyecto y fuentes de alteración. Fase Operación. Área Puerto.

Parte y Obras	Actividades Específicas	Fuentes de Alteración
Sistema de Filtración y Embarque de Concentrado	<ul style="list-style-type: none"> - Recepción de concentrado de cobre - Filtrado de concentrado de cobre - Almacenamiento de Concentrado de cobre - Carga de concentrado y movimiento de Naves 	<ul style="list-style-type: none"> - Captación de Agua de Mar - Cambio en las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del agua marina - Generación de emisiones de MP - Generación de emisiones de ruido - Generación de residuos sólidos (RSD, RSDA, RISES NP, RESPEL, y lodos PTAS) - Generación de efluente de planta desalinizadora (salmuera) - Generación de efluentes líquidos (aguas servidas)
Sistema de Desalinización de Agua de Mar	<ul style="list-style-type: none"> - Captación de agua de mar - Tratamiento por osmosis inversa - Operación laboratorio - Descarga de agua salada - Preparación y dosificación de reactivos 	
Operación de instalaciones auxiliares en Área Sur	<ul style="list-style-type: none"> - Almacenamiento de reactivos - Tratamiento de agua potable (producción de cloro por electrolisis) - Mantenión de equipos (taller maquinarias) - Operación de subestación eléctrica - Almacenamiento temporal de residuos peligrosos y no peligrosos - Tratamiento de aguas servidas - Manejo de aguas de sentina y aguas servidas de embarcaciones (casos eventuales) 	

Fuente: Elaboración Propia.

4.3.1.3 Fase de Cierre

4.3.1.3.1 Todas las áreas

A continuación, se presentan las actividades específicas y las fuentes de impactos derivadas del cierre de las obras, partes y/o acciones del Proyecto, comunes para todas las áreas.

Tabla 4-16. Actividades específicas del Proyecto y fuentes de alteración. Fase Cierre. Todas las partes y obras.

Actividades	Fuentes de Alteración
<ul style="list-style-type: none"> - Contratación de personal - Uso de maquinarias - Señalización de advertencia - Uso de material de empréstito - Consumo y suministro de agua potable e industrial - Consumo y suministro de energía eléctrica - Consumo y suministro de insumos - Transporte de personal - Transporte de residuos y efluentes - Transporte de insumos y materiales - Transporte de sustancias peligrosas 	<ul style="list-style-type: none"> - Contratación de mano de obra - Generación de emisiones de MP y gases - Generación de emisiones de ruido - Generación de vibraciones - Generación de flujo vehicular por rutas públicas y caminos de acceso - Generación de flujo vehicular por caminos internos - Generación de residuos sólidos (RSD, RSDA, RISES NP, RESCOM, RESPEL, REAS, lodos PTAS y neumáticos)

Fuente: Elaboración Propia.

4.3.1.3.2 Área Mina

A continuación, se presentan las actividades específicas y las fuentes de impactos derivadas del cierre de las obras, partes y/o acciones del Proyecto, que se desarrollarán en el Área Mina.

Tabla 4-17. Actividades específicas del Proyecto y fuentes de alteración. Fase Cierre. Área Mina.

Actividades	Actividades Específicas	Fuentes de Alteración
Desmantelamiento de instalaciones	<ul style="list-style-type: none"> - Desmontaje y desmantelamiento de equipos, elementos estructurales, cableados y en general de todos los elementos en superficie en la faena - Almacenamiento temporal de equipos y elementos estructurales - Remoción, lavado y/o limpieza de estanques de combustible, ácido y soluciones de proceso - Cubierta y/o relleno de fundaciones de concreto (las que no se puedan demoler) - Relleno de zanjas, excavaciones o desniveles abruptos, mediante movimiento de tierra 	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención de superficie terrestre - Generación de emisiones de MP - Generación de emisiones de ruido - Generación de vibraciones - Generación de residuos sólidos (RSD, RSDA, RISES NP, RESCOM, RESPEL, REAS y lodos PTAS)

Actividades	Actividades Específicas	Fuentes de Alteración
	inerte, exceptuando rajo y depósito de lastre, que poseen medidas especiales de cierre - Medidas de cierre del Depósito de Relaves (cobertura granular gruesa y construcción de muro de pie enrocado)	- Generación de efluentes líquidos (aguas servidas) - Generación de flujo vehicular por rutas públicas y caminos de acceso
Operación instalaciones	- Tratamiento de aguas servidas - Operación campamento (reducido) - Tratamiento de agua potable - Operación línea de transmisión eléctrica - Plan de monitoreo y control de los rellenos del CMRS Mina - Operación y monitoreo torre de comunicaciones cerro Pile	- Generación de flujo vehicular por caminos internos - Generación de aguas de contacto
Estabilización de taludes	- Reperfilamiento de taludes de los depósitos de estéril - Construcción de pretilos al pie de taludes - Construcción de muros de pie en sectores que presenten alto riesgo de derrumbe y desprendimiento de material	
Cierre de accesos	- Construcción de pretilos para bloqueo de caminos de acceso a las áreas de riesgo - Eliminación de rampas de acceso a los niveles inferiores del rajo - Instalación de dispositivos de ahuyentamiento de avifauna	
Señalizaciones	- Instalación de señalética de advertencia de peligro en el perímetro de las áreas de riesgo (pretilos de protección) y en los cortes de caminos - Instalación de cierre perimetral y señalética de advertencia, en las piscinas de procesos utilizadas como sistema de acumulación de aguas de contacto	
Manejo de suelos contaminados	- Remoción del suelo contaminado, previo análisis del suelo	
Manejo de aguas en quebrada Blanca	- Mantenimiento del caudal mínimo de agua en la quebrada Blanca (flujo base)	
Control de erosión	- Compactación y perfilado de la superficie final de los depósitos de estériles - Cobertura granular gruesa en el talud y coronamiento en el caso del depósito de relaves	
Manejo de aguas de no contacto	- Canal de contorno Este: <ul style="list-style-type: none"> - Ampliación del canal de contorno (excavación en suelo y roca, preparación fundación en suelo y roca, colocación y compactación de rellenos, rip rap, instalación de geosintéticos y obras de hormigón) - Intercepción y desvío de aguas de no contacto (escorrentía superficial) - Mantenimiento periódico del canal de contorno 	

Actividades	Actividades Específicas	Fuentes de Alteración
Manejo de aguas de contacto	<ul style="list-style-type: none"> - Construcción de planta de tratamiento de aguas de contacto (Movimiento de tierra y excavaciones, Construcción de obras civiles, Instalación y/o montaje de equipos) - Tratamiento de aguas de contacto y descarga en quebrada Blanca - Mantenimiento periódica de la planta de tratamiento de aguas de contacto y los sistemas anexos (piscinas, ductos, bombas, etc) - Interceptación de aguas de contacto - Conducción, bombeo y re-impulsión de agua de contacto interceptada 	
Retiro de insumos residuales y repuestos	<ul style="list-style-type: none"> - Retiro de insumos de proceso remanentes de la faena minera de los distintos sectores de almacenamiento y uso, y devueltos a los proveedores o entregados para uso en otras faenas - Limpieza general de cada área, incluyendo el retiro de repuestos, residuos envases, etc. 	
Manejo de residuos	<ul style="list-style-type: none"> - Disposición de escombros en sector de zanjas de escombros con capacidad disponible - Manejo de residuos peligrosos, no peligrosos y sólidos domésticos conforme a los planes de manejo vigentes del Proyecto, utilizando los rellenos sanitarios con capacidad disponible - Entrega de los equipos radioactivos para manejo y disposición final a la Comisión Chilena de Energía Nuclear, conforme a los procedimientos establecidos en la normativa vigente 	

Fuente: Elaboración Propia.

4.3.1.3.3 Área Obras Lineales

A continuación, se presentan las actividades específicas y las fuentes de impactos derivadas de la fase de Cierre de las obras, partes y/o acciones del Proyecto, que se desarrollarán en el Área Obras Lineales.

Tabla 4-18. Actividades específicas del Proyecto y fuentes de alteración. Fase Cierre. Área Obras Lineales.

Actividades	Actividades Específicas	Fuentes de Alteración
Desmantelamiento de instalaciones	<ul style="list-style-type: none"> - Desmontaje y desmantelamiento de equipos, elementos estructurales, ductos, torres de alta tensión, cableados y en general de todos los elementos en superficie en la faena - Almacenamiento temporal de equipos y elementos estructurales - Desmantelamiento, retiro de revestimiento y cubrimiento de la superficie de las piscinas de emergencia 	<ul style="list-style-type: none"> - Generación de emisiones de MP - Generación de emisiones de ruido - Generación de flujo vehicular por rutas públicas y caminos de acceso - Generación de flujo vehicular por caminos internos
Señalizaciones	<ul style="list-style-type: none"> - Instalación de señalética de advertencia de peligro en el perímetro de las áreas de riesgo (elementos enterrados) 	
Cobertura Superficial	<ul style="list-style-type: none"> - Cubierta y/o relleno de las fundaciones de concreto, en caso que se requiera se demolerán - Relleno de piscinas de emergencia con material inerte 	
Manejo de residuos	<ul style="list-style-type: none"> - Disposición de escombros en sectores habilitados - Manejo de residuos peligrosos, no peligrosos y sólidos domésticos conforme a los planes de manejo vigentes del Proyecto 	

Fuente: Elaboración Propia.

4.3.1.3.4 Área Pampa

A continuación, se presentan las actividades específicas y las fuentes de impactos derivadas del Cierre de las obras, partes y/o acciones del Proyecto, que se desarrollarán en el Área Pampa.

Tabla 4-19. Actividades específicas del Proyecto y fuentes de alteración. Fase Cierre. Área Pampa.

Actividades	Actividades Específicas	Fuentes de Alteración
Torre de Comunicación Cerro El Maní	<ul style="list-style-type: none"> - Operación y monitoreo de torre de comunicaciones - Cierre de la torre de comunicaciones 	No se identifican fuentes de alteración

Fuente: Elaboración Propia.

4.3.1.3.5 Área Puerto

A continuación, se presentan las actividades específicas y las fuentes de impactos derivadas de la fase de Cierre de las obras, partes y/o acciones del Proyecto, que se desarrollarán en el Área Puerto.

Tabla 4-20. Actividades específicas del Proyecto y fuentes de alteración. Fase Cierre. Área Puerto.

Actividades	Actividades Específicas	Fuentes de Alteración
Desmantelamiento de instalaciones	<ul style="list-style-type: none"> - Desmontaje y desmantelamiento de equipos, elementos estructurales, cableados y en general de todos los elementos en superficie en la faena - Almacenamiento temporal de equipos y elementos estructurales - Desmantelamiento, retiro de revestimiento y cubrimiento de la superficie de las piscinas de emergencia - Demolición y retiro del lecho marino de obras submarinas (emisarios, tomas de agua, fundaciones, entre otras), previa evaluación de la posibilidad de transferir las instalaciones a terceros que puedan hacer uso de ellas posteriormente 	<ul style="list-style-type: none"> - Despeje del fondo marino - Generación de emisiones de MP - Generación de emisiones de ruido - Generación de residuos sólidos (RSD, RSDA, RISES NP, RESCOM, RESPEL y lodos PTAS) - Generación de flujo vehicular por rutas públicas y caminos de acceso - Generación de flujo vehicular por caminos internos
Cierre de accesos	<ul style="list-style-type: none"> - Construcción de pretilas para corte de caminos 	
Señalizaciones	<ul style="list-style-type: none"> - Instalación de señalética de advertencia de peligro en el perímetro de las áreas de riesgo y en los cortes de caminos 	
Cobertura Superficial	<ul style="list-style-type: none"> - Cubierta y/o relleno de las fundaciones de concreto, en caso que se requiera se demolerán - Relleno de piscinas de emergencia con material inerte 	
Retiro de Materiales y Repuestos	<ul style="list-style-type: none"> - Retiro de insumos remanentes de las distintas instalaciones, promoviendo la devolución a proveedores - Limpieza general de cada área, incluyendo el retiro de repuestos y residuos 	
Manejo de suelos contaminados	<ul style="list-style-type: none"> - Remoción del suelo contaminado, previo análisis de suelo 	
Manejo de Residuos	<ul style="list-style-type: none"> - Disposición de escombros en sector de zanjas de escombros con capacidad disponible - Manejo de residuos peligrosos, no peligrosos y sólidos domésticos conforme a los planes de manejo vigentes del Proyecto, utilizando los rellenos sanitarios con capacidad disponible - Entrega de los residuos radioactivos para manejo y disposición final a la Comisión Chilena de Energía Nuclear, conforme a los procedimientos establecidos en la normativa vigente 	

Fuente: Elaboración Propia.

4.3.1.4 Definición de los Componentes Ambientales del Proyecto

Se definieron los componentes ambientales, en relación a los elementos ambientales (naturales o socioculturales) presentes en el Área de Influencia (AI), que son susceptibles de ser afectados por las fuentes de impacto del Proyecto o que permiten describir o explicar patrones espaciales de otros componentes, como el caso de Clima y Meteorología. Posteriormente, éstos se analizan de acuerdo a las áreas de estudio definidas para el desarrollo de la Línea de Base, descritas detalladamente en el Capítulo 3 del presente EIA.

En la siguiente tabla se presenta el detalle de la información correspondiente y se indican los componentes ambientales identificados en el Proyecto.

Tabla 4-21. Componentes Ambientales del Proyecto.

Medio	Elemento de Línea de Base	Componente Ambiental o Elemento del Medio Ambiente	
Medio Físico	Calidad del Aire	Calidad del Aire	
	Ruido	Nivel de Presión Sonora	
	Geología, Geomorfología y Riesgos		Geología
			Geomorfología
			Áreas de Riesgos Geológicos y Geomorfológicos
	Suelos	Suelo y Caracterización físico-química	
	Vibraciones	Nivel de Vibraciones	
	Hidrología	Recurso Hídrico Superficial	
	Hidrogeología	Recurso Hídrico Subterráneo	
	Calidad del Agua		Calidad de Agua Superficial
		Calidad de Agua Subterránea	
Recursos Hídricos Marinos	Oceanografía Física y Química		
Ecosistemas Terrestres	Plantas	Flora	
		Vegetación	
	Algas, Hongos y Líquenes	Algas	
		Hongos	
		Líquenes	
Animales Silvestres	Fauna		
Ecosistemas Acuáticos Continentales		Calidad de las Aguas	
		Sedimentos	
		Biota Acuática	
Ecosistema Marino		Calidad de las aguas	
		Sedimentos marinos	
		Biota marina	
Patrimonio Cultural		Arqueología	
		Paleontología	
Paisaje		Paisaje	
Áreas Protegidas y Sitios Prioritarios para la Conservación		Áreas Protegidas	
		Sitios Prioritarios	
		Turismo	

Medio	Elemento de Línea de Base	Componente Ambiental o Elemento del Medio Ambiente
Atractivos Culturales o Naturales y sus Interrelaciones		Atractivos Naturales
		Atractivos Culturales
Uso del Territorio y su Relación con la Planificación Territorial		Uso del Suelo y Capacidad de Uso de Suelo
		Instrumentos de Planificación Territorial Vigentes
		Actividades Económicas y Productivas
		Construcciones Relevantes de Infraestructura y Equipamiento
		Vialidad
Medio Humano ¹¹		Dimensión Geográfica
		Dimensión Demográfica
		Dimensión Antropológica
		Dimensión Socioeconómica
		Dimensión Bienestar Social Básico
Proyectos con RCA		Proyectos con RCA

Fuente: Elaboración Propia.

4.3.2 Etapa II: Identificación y Estimación de Alteraciones Directas e Indirectas del Proyecto

4.3.2.1 Matriz Causa – Efecto

La Matriz Causa – Efecto permite definir las relaciones de las fuentes potenciales de alteración con los componentes ambientales del Proyecto, facilitando la identificación de las alteraciones directas e indirectas y sus fuentes potenciales de generación.

A continuación, se presenta la Matriz de Fuentes Potenciales de Alteración y componentes Ambientales susceptibles de ser impactados por el Proyecto.

¹¹ Con el objeto de evaluar la alteración significativa a los sistemas de vida y costumbres de los grupos humanos, se consideran las circunstancias indicadas en el RSEIA literales a) al d) del artículo 7º.

Tabla 4-22. Matriz Causa – Efecto Fase de Construcción.

Área	Obra y Parte / Actividad	Fuente de Impacto	Calidad del Aire	Ruido	Vibraciones	Geología, Geomorfología y Riesgos	Suelos	Hidrología	Hidrogeología	Calidad del Agua	Recursos Hídricos Marinos	Plantas (Flora vascular)	Algas, Hongos y Líquenes	Animales Silvestres	Ecosistemas Acuáticos Continentales	Ecosistema Marino	Patrimonio Histórico y Arqueológico	Paleontología	Paisaje	Áreas Protegidas y Sitios Prioritarios	Atractivos Culturales o Naturales	Uso del Territorio	Dimensión Geográfica	Dimensión Demográfica	Dimensión Antropológica	Dimensión Socioeconómica	Dimensión Bienestar Social Básico	Proyectos con RCA		
Comunes	<ul style="list-style-type: none"> - Habilitación de instalaciones de faenas (temporales) - Conformación de frentes de trabajo - Desmantelamiento y continuidad operativa de las instalaciones de apoyo a la construcción - Contratación de personal - Consumo y suministro de agua potable e industrial - Consumo y suministro de energía eléctrica - Consumo y suministro de insumos para la construcción - Transporte de personal - Transporte de residuos y efluentes - Transporte de insumos y materiales - Transporte de sustancias peligrosas - Generación y manejo de residuos sólidos - Generación y manejo de aguas servidas - Riego de caminos y áreas de movimiento de tierra - Mantenimiento de equipos y maquinaria - Almacenamiento de insumos y materiales - Almacenamiento de sustancias peligrosas 	Intervención de superficie terrestre y acondicionamiento del terreno	X			X	X					X	X	X			X		X			X								
		Generación de emisiones de MP y gases	X										X											X			X		X	
		Generación de emisiones de ruido		X											X									X						
		Generación de vibraciones			X																									
		Generación de residuos sólidos (RSD, RSDA, RISES NP, RESCOM, RESPEL, REAS, lodos PTAS y neumáticos)									X																			
		Generación de efluentes líquidos (aguas servidas)									X																			
		Generación de flujo vehicular por rutas públicas y caminos de acceso	X	X	X																		X	X	X	X	X	X	X	X
		Generación de flujo vehicular por caminos internos	X	X	X																			X						
		Contratación de mano de obra																									X	X	X	X
Mina	Mina - Planta: <ul style="list-style-type: none"> - Pre-stripping Rajo - Construcción del chancador primario y acopio de mineral grueso - Construcción de las correas transportadoras - Construcción de la planta concentradora e instalaciones circundantes - Operación de instalaciones de apoyo a la construcción en área Concentradora - Operación y cierre del canal de contorno del Botadero Sur de Rípios de Lixiviación (lado oriente) - Construcción del canal de contorno Este - Construcción de canales de contorno Planta Concentradora - Operación de la Cortina hidráulica N°1 - Operación Sistema cortafugas N°1 y Piscina de control quebrada Blanca - Operación del Sistema de Inyección N°1 - Operación Piscinas de emergencia existentes QB1 (Piscina de Óxidos de Baja Ley, Piscinas de Emergencia de Óxidos de Baja Ley, Piscina de Emergencia 	Intervención de superficie terrestre y acondicionamiento del terreno	X			X	X	X	X			X	X	X	X		X	X	X			X								
		Generación de emisiones de MP	X										X											X			X		X	
		Generación de emisiones de gases	X																					X						
		Generación de emisiones de ruido		X											X									X						

Área	Obra y Parte / Actividad	Fuente de Impacto	Calidad del Aire	Ruido	Vibraciones	Geología, Geomorfología y Riesgos	Suelos	Hidrología	Hidrogeología	Calidad del Agua	Recursos Hídricos Marinos	Plantas (Flora vascular)	Algas, Hongos y Líquenes	Animales Silvestres	Ecosistemas Acuáticos Continentales	Ecosistema Marino	Patrimonio Histórico y Arqueológico	Paleontología	Paisaje	Áreas Protegidas y Sitios Prioritarios	Atractivos Culturales o Naturales	Uso del Territorio	Dimensión Geográfica	Dimensión Demográfica	Dimensión Antropológica	Dimensión Socioeconómica	Dimensión Bienestar Social Básico	Proyectos con RCA			
	<p>Quebrada Ciénaga y Piscinas de Emergencia del Botadero de Lixiviación de Sulfuros)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Operación y cierre del canal de contorno del Botadero Sur de Ripios de Lixiviación - Lado Norte - Operación Piscina y muro interceptor y Piscinas Gemelas - Habilitación y operación del campamento Original (pionero) e instalaciones asociadas - Ampliación y operación del CMRS Mina-Planta - Ampliación del PTAS Tambo-Tarapacá - Construcción depósito de escombros - Construcción de torre de comunicaciones Cerro Pile y camino de acceso - Construcción y operación de líneas eléctricas de 23 kV - Mejoramiento de polvorín Mina existente <p>Depósito de Relaves:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Habilitación de plataformas de caminos y tuberías de los sistemas de clasificación y distribución de relaves y de recolección y manejo de aguas de relave - Construcción de la estación de ciclones (sistema de clasificación y distribución de relaves) y estaciones de bombeo (sistema de recolección y manejo de aguas de relaves) - Construcción del muro de partida y ataguía - Construcción y operación del canal de contorno Depósito de Relaves y camino paralelo - Construcción y operación de Piscinas colectoras de filtraciones - Construcción y operación de sistema de manejo de aguas para la construcción - Operación Cortina hidráulica N°2 - Construcción del Sistema cortafugas N°2 - Operación Sistema de Inyección N°2 - Plataformas de la canaleta de relaves y tuberías de transporte de agua recuperada, agua de dilución y agua de restitución - Instalación de tuberías de transporte de agua recuperada, agua de dilución y agua de restitución - Instalación de canaleta de relaves - Instalación de LAT Mina – Estación de Bombeo STAR - Instalaciones de faena y de apoyo a la construcción de subárea Depósito de Relaves 	Generación de vibraciones			X																										
		Generación de residuos sólidos (RSD, RSDA, RISES NP, RESCOM, RESPEL, REAS, lodos PTAS y neumáticos)									X																				
		Generación de efluentes líquidos (aguas servidas)									X																				
		Generación de flujo vehicular por rutas públicas y caminos de acceso	X	X	X																		X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Generación de flujo vehicular por caminos internos	X	X	X																			X							
		Generación de aguas de contacto										X																			
		Intervención de la red de drenaje natural								X	X	X					X														

Área	Obra y Parte / Actividad	Fuente de Impacto	Calidad del Aire	Ruido	Vibraciones	Geología, Geomorfología y Riesgos	Suelos	Hidrología	Hidrogeología	Calidad del Agua	Recursos Hídricos Marinos	Plantas (Flora vascular)	Algas, Hongos y Líquenes	Animales Silvestres	Ecosistemas Acuáticos Continentales	Ecosistema Marino	Patrimonio Histórico y Arqueológico	Paleontología	Paisaje	Áreas Protegidas y Sitios Prioritarios	Atractivos Culturales o Naturales	Uso del Territorio	Dimensión Geográfica	Dimensión Demográfica	Dimensión Antropológica	Dimensión Socioeconómica	Dimensión Bienestar Social Básico	Proyectos con RCA		
Obras Lineales	<p>Sistema de Transporte de Concentrado (STC) y Sistema de Transporte de Agua Desalinizada (STAD):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Construcción de las plataformas de ductos y estaciones del STC y STAD - Instalación de tuberías de transporte de concentrado y de agua desalinizada - Instalaciones de faena y de apoyo a la construcción <p>Sistema de Suministro y Transmisión de Energía Eléctrica - Líneas eléctricas de alta tensión (LAT):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Construcción de Líneas eléctricas de alta tensión - Construcción de Subestaciones - Habilitación de huellas de acceso a torres - Instalación de faena y apoyo a la Construcción LAT <p>Caminos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Construcción de camino variante A-97B - Instalaciones de faena y apoyo a la construcción camino variante A-97B - Construcción de huellas de acceso a las torres de comunicaciones Cerro Coposa y Alto Patache - Habilitación de huellas a mejorar - Construcción del campamento Ductos N° 1 e instalaciones asociadas - Construcción del campamento Ductos N° 2 e instalaciones asociadas - Instalación torres de comunicación - Instalación líneas eléctricas de 6,9 kV 	Intervención de superficie terrestre y acondicionamiento del terreno				X	X	X				X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X							
		Generación de emisiones de MP	X										X											X			X	X		
		Generación de emisiones de ruido		X										X									X	X						
		Generación de vibraciones			X																									
		Generación de residuos sólidos (RSD, RSDA, RISES NP, RESCOM, RESPEL y lodos PTAS)									X																			
		Generación de efluentes líquidos (aguas servidas)									X																			
		Generación de flujo vehicular por rutas públicas y caminos de acceso	X	X	X																		X	X	X	X	X	X	X	X
		Generación de flujo vehicular por caminos internos	X	X	X																			X						
		Intervención de cauces								X							X													
Pampa	<ul style="list-style-type: none"> - Construcción y operación de campamento Pampa e instalaciones asociadas - Construcción y operación de CMRS Pampa - Construcción y operación de Torre de comunicaciones Cerro El Maní - Habilitación de cantera Pampa para extracción de empréstitos durante fase de Construcción - Construcción de caminos internos 	Intervención de superficie terrestre y acondicionamiento del terreno				X	X					X	X	X			X					X								
		Generación de emisiones de MP	X										X											X			X			
		Generación de emisiones de ruido		X										X										X						
		Generación de vibraciones			X																									
		Generación de residuos sólidos (RSD, RSDA, RISES NP, RESCOM y lodos PTAS)									X																			

Área	Obra y Parte / Actividad	Fuente de Impacto	Calidad del Aire	Ruido	Vibraciones	Geología, Geomorfología y Riesgos	Suelos	Hidrología	Hidrogeología	Calidad del Agua	Recursos Hídricos Marinos	Plantas (Flora vascular)	Algas, Hongos y Líquenes	Animales Silvestres	Ecosistemas Acuáticos Continentales	Ecosistema Marino	Patrimonio Histórico y Arqueológico	Paleontología	Paisaje	Áreas Protegidas y Sitios Prioritarios	Atractivos Culturales o Naturales	Uso del Territorio	Dimensión Geográfica	Dimensión Demográfica	Dimensión Antropológica	Dimensión Socioeconómica	Dimensión Bienestar Social Básico	Proyectos con RCA		
		Generación de efluentes líquidos (aguas servidas)								X																				
		Generación de flujo vehicular por rutas públicas y caminos de acceso	X	X	X																X	X	X	X	X	X	X	X		
		Generación de flujo vehicular por caminos internos	X	X	X																	X								
Puerto	Instalación de apoyo a la construcción: - Habilitación de instalaciones de apoyo a la construcción en área Norte - Habilitación de área de preparación y lanzamiento de tuberías (Lanzadera) Construcción de estructuras terrestres y marinas: - Construcción de estructuras en el mar - Estructura de lanzamiento de tuberías - Construcción del sector Sur: - PTAS Puerto - Almacenamiento de concentrado - Planta de Filtrado - Administración - Estanque de recepción de concentrado - Subestación eléctrica - Construcción de estribo - Construcción de estructuras en el mar - Muelle de embarque y plataforma de carga - Instalación de boyas - Instalación de tuberías submarinas de sistema de captación y descarga de agua de mar Instalaciones Auxiliares: - Construcción camino de acceso área Puerto – Intersección con Ruta 1 - Construcción de caminos internos	Intervención de superficie terrestre y acondicionamiento del terreno				X	X							X			X	X	X		X	X								
		Generación de emisiones de MP	X																					X			X	X		
		Generación de emisiones de ruido		X											X		X							X						
		Generación de vibraciones			X												X													
		Generación de residuos sólidos (RSD, RSDA, RISES NP, RESCOM, RESPEL y lodos PTAS)																												
		Generación de efluentes líquidos (aguas servidas)										X																		
		Generación de flujo vehicular por rutas públicas y caminos de acceso	X	X	X																		X	X	X	X	X	X	X	X
		Generación de flujo vehicular por caminos internos	X	X	X																			X						
		Intervención del fondo marino									X					X														

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 4-23. Matriz Causa – Efecto Fase de Operación.

Sector	Obra y Parte / Actividad	Fuente de Impacto	Calidad del Aire	Ruido	Vibraciones	Geología, Geomorfología y Riesgos	Suelos	Hidrología	Hidrogeología	Calidad del Agua	Recursos Hídricos Marinos	Plantas (Flora vascular)	Algas, Hongos y Líquenes	Animales Silvestres	Ecosistemas Acuáticos Continentales	Ecosistema Marino	Patrimonio Histórico y Arqueológico	Paleontología	Paisaje	Áreas Protegidas y Sitios Prioritarios	Atractivos Culturales o Naturales	Uso del Territorio	Dimensión Geográfica	Dimensión Demográfica	Dimensión Antropológica	Dimensión Socioeconómica	Dimensión Bienestar Social Básico	Proyectos con RCA		
Comunes	<ul style="list-style-type: none"> - Pruebas y puesta en marcha - Contratación de personal - Consumo y suministro de agua potable e industrial - Consumo y suministro de energía eléctrica (líneas menores) - Consumo y suministro de insumos - Transporte de personal - Transporte de residuos y efluentes - Transporte de insumos y materiales - Transporte de sustancias peligrosas - Transporte de productos (concentrado de molibdeno) - Generación y manejo de residuos sólidos - Generación y manejo de aguas servidas - Mantenimiento de equipos y maquinaria - Almacenamiento de insumos y sustancias peligrosas 	Generación de emisiones de MP y gases	X									X											X			X		X		
		Generación de emisiones de ruido		X										X										X						
		Generación de vibraciones			X																									
		Generación de residuos sólidos (RSD, RSDA, RISES NP, RESCOM, RESPEL, REAS, lodos PTAS y neumáticos)									X																			
		Generación de efluentes líquidos (aguas servidas)									X																			
		Generación de flujo vehicular por rutas públicas y caminos de acceso	X	X	X																		X	X	X	X	X	X	X	X
		Generación de flujo vehicular por caminos internos	X	X	X																		X							
		Contratación de mano de obra																								X	X	X	X	
Mina	<p>Mina:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Explotación del rajo - Operación depósitos de estériles y mineral - Transporte por caminos mineros - Desagüe del rajo <p>Planta:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Operación Planta Concentradora - Operación instalaciones auxiliares en Planta Concentradora - Reubicación polvorín Mina - Construcción Taller Equipos Mina - Operación y cierre Taller Equipos Mina Temporal - Operación Campamento Tambo-Tarapacá - Operación CMRS Mina-Planta - Operación Torre de comunicaciones Cerro Pile <p>Depósito de Relaves:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sistema de clasificación y distribución de relaves 	Intervención de superficie terrestre	X			X	X	X	X			X	X	X	X			X	X											
		Generación de emisiones de MP	X									X												X			X		X	
		Generación de emisiones de gases	X																					X						
		Generación de emisiones de ruido		X										X										X						
		Generación de vibraciones			X																									

Sector	Obra y Parte / Actividad	Fuente de Impacto	Calidad del Aire	Ruido	Vibraciones	Geología, Geomorfología y Riesgos	Suelos	Hidrología	Hidrogeología	Calidad del Agua	Recursos Hídricos Marinos	Plantas (Flora vascular)	Algas, Hongos y Líquenes	Animales Silvestres	Ecosistemas Acuáticos Continentales	Ecosistema Marino	Patrimonio Histórico y Arqueológico	Paleontología	Paisaje	Áreas Protegidas y Sitios Prioritarios	Atractivos Culturales o Naturales	Uso del Territorio	Dimensión Geográfica	Dimensión Demográfica	Dimensión Antropológica	Dimensión Socioeconómica	Dimensión Bienestar Social Básico	Proyectos con RCA		
	<ul style="list-style-type: none"> - Peraltamiento de muros de arena - Sistema de recuperación de agua - Sistema de recolección de drenajes - Sistema instrumentación geotécnica - Operación instalaciones auxiliares del Depósito de Relaves <p>Manejo de Aguas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Manejo de aguas de contacto – Piscina muro interceptor y Piscinas gemelas - Manejo de aguas de contacto – Cortina hidráulica N°1 - Manejo de aguas de contacto – Sistema cortafugas N°1 y Piscina de control quebrada Blanca - Manejo de aguas de contacto – Sistema de inyección N°1 - Manejo de aguas de contacto – Piscinas de Emergencia del Botadero de Lixiviación de Sulfuros - Manejo de aguas de contacto – Piscina de emergencia en Planta Concentradora - Manejo de aguas de contacto – Piscinas Colectoras de Filtraciones - Manejo de aguas de contacto – Cortina Hidráulica N°2 - Manejo de aguas de contacto – Sistema Cortafugas N°2 - Manejo de aguas de contacto – Sistema de Inyección N°2 - Manejo de aguas de no contacto – Canales de contorno (Este, Planta Concentradora y Depósito de relaves) <p>Líneas eléctricas de alta tensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Transmisión de energía eléctrica <p>Sistema de Transporte de Agua Recirculada (STAR):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Transporte de agua recuperada <p>Sistema de Transporte de Relaves (STR):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Transporte de relaves <p>Obras e instalaciones remanentes de QB1</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desmontaje y desmantelamiento de equipos, elementos estructurales y cableados 	Generación de residuos sólidos (RSD, RSDA, RISES NP, RESCOM, RESPEL, REAS, lodos PTAS y neumáticos)								X																				
		Generación de efluentes líquidos (aguas servidas)									X																			
		Generación de flujo vehicular por rutas públicas y caminos de acceso	X	X	X																			X	X	X	X	X	X	X
		Generación de flujo vehicular por caminos internos	X	X	X																			X						
		Generación de aguas de contacto										X	X		X	X														
		Intervención de la red de drenaje natural								X	X	X					X													
Obras Lineales		Generación de emisiones de MP	X									X											X			X		X		

Sector	Obra y Parte / Actividad	Fuente de Impacto	Calidad del Aire	Ruido	Vibraciones	Geología, Geomorfología y Riesgos	Suelos	Hidrología	Hidrogeología	Calidad del Agua	Recursos Hídricos Marinos	Plantas (Flora vascular)	Algas, Hongos y Líquenes	Animales Silvestres	Ecosistemas Acuáticos Continentales	Ecosistema Marino	Patrimonio Histórico y Arqueológico	Paleontología	Paisaje	Áreas Protegidas y Sitios Prioritarios	Atractivos Culturales o Naturales	Uso del Territorio	Dimensión Geográfica	Dimensión Demográfica	Dimensión Antropológica	Dimensión Socioeconómica	Dimensión Bienestar Social Básico	Proyectos con RCA					
	Sistema de Transporte de Concentrado (STC): - Operación de estación de bombeo, estaciones disipadoras, estaciones de válvulas, estaciones de monitoreo de presión y estación terminal - Operación de piscinas de emergencia Sistema de Transporte de Agua Desalinizada (STAD): - Operación de estaciones de bombeo y estación terminal - Operación de piscinas de emergencia (compartidas con STAR) Líneas eléctricas de alta tensión: - Transmisión de energía eléctrica Caminos: - Flujos de transporte por Variante A-97	Generación de emisiones de ruido		X										X																			
		Generación de flujo vehicular por rutas públicas y caminos de acceso	X	X	X																		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		Generación de flujo vehicular por caminos internos	X	X	X																			X									
Pampa	Torre de Comunicación Cerro El Maní: - Operación y monitoreo de torre de comunicaciones - Plan de monitoreo y control de los rellenos del CMRS Pampa	No se identifican fuentes de alteración																															
Puerto	Sistema de Filtración y Embarque de Concentrado: - Recepción de Concentrado de Cobre - Filtrado de Concentrado de Cobre - Almacenamiento de Concentrado de Cobre - Carga de Concentrado y Movimiento de Naves Sistema de Desalinización de Agua de Mar: - Captación de agua de mar - Tratamiento por osmosis inversa - Operación laboratorio - Descarga de agua salada - Preparación y dosificación de reactivos	Captación de Agua de Mar								X					X												X	X					
		Generación de emisiones de MP	X																					X			X	X					
		Generación de emisiones de ruido		X											X	X								X									
		Generación de residuos sólidos (RSD, RSDA, RISES NP, RESPEL y lodos PTAS)																															
		Generación de efluente de planta desalinizadora (salmuera)										X					X											X	X				
		Generación de efluentes líquidos (aguas servidas)								X																							

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 4-24. Matriz Causa – Efecto Fase de Cierre.

Sector	Obra y Parte / Actividad	Fuente de Impacto	Calidad del Aire	Ruido	Vibraciones	Geología, Geomorfología y Riesgos	Suelos	Hidrología	Hidrogeología	Calidad del Agua	Recursos Hídricos Marinos	Plantas (Flora vascular)	Algas, Hongos y Líquenes	Animales Silvestres	Ecosistemas Acuáticos Continentales	Ecosistema Marino	Patrimonio Histórico y Arqueológico	Paleontología	Paisaje	Áreas Protegidas y Sitios Prioritarios	Atractivos Culturales o Naturales	Uso del Territorio	Dimensión Geográfica	Dimensión Demográfica	Dimensión Antropológica	Dimensión Socioeconómica	Dimensión Bienestar Social Básico	Proyectos con RCA		
Comunes	<ul style="list-style-type: none"> - Contratación de personal - Uso de maquinarias - Señalización de advertencia - Uso de material de empréstito - Consumo y suministro de agua potable e industrial - Consumo y suministro de energía eléctrica - Consumo y suministro de insumos - Transporte de personal - Transporte de residuos y efluentes - Transporte de insumos y materiales - Transporte de sustancias peligrosas 	Contratación de mano de obra																							X	X	X	X		
		Generación de emisiones de MP y gases	X										X											X			X		X	
		Generación de emisiones de ruido		X											X															
		Generación de vibraciones			X																									
		Generación de flujo vehicular por rutas públicas y caminos de acceso	X	X	X																			X	X	X	X	X	X	X
		Generación de flujo vehicular por caminos internos	X	X	X																			X						
		Generación de residuos sólidos (RSD, RSDA, RISES NP, RESCOM, RESPEL, REAS, lodos PTAS y neumáticos)										X																		
Mina	<ul style="list-style-type: none"> - Desmantelamiento de instalaciones - Operación de instalaciones: <ul style="list-style-type: none"> - Tratamiento de aguas servidas - Operación campamento (reducido) - Tratamiento de agua potable - Operación línea de transmisión eléctrica - Plan de monitoreo y control de los rellenos del CMRS Mina - Operación y monitoreo torre de comunicaciones cerro Pile - Estabilización de taludes - Cierre de accesos - Señalizaciones - Manejo de suelos contaminados - Manejo de aguas en quebrada Blanca: <ul style="list-style-type: none"> - Mantención del caudal mínimo de agua en la Quebrada Blanca (flujo base) - Control de erosión - Manejo de aguas de no contacto: <ul style="list-style-type: none"> - Ampliación Canal de contorno Este - Intercepción y desvío de aguas de no contacto - Mantención periódica de Canal de contorno Este - Desmantelamiento Canal de contorno Depósito de Relaves - Desmantelamiento Canal de Contorno Planta Concentradora - Manejo de aguas de contacto: 	Intervención de superficie terrestre	X				X	X	X			X	X	X	X															
		Generación de emisiones de MP	X										X																	
		Generación de emisiones de ruido		X																										
		Generación de vibraciones			X																									
		Generación de residuos sólidos (RSD, RSDA, RISES NP, RESCOM, RESPEL, REAS y lodos PTAS)										X																		
		Generación de efluentes líquidos (aguas servidas)										X																		
		Generación de flujo vehicular por rutas públicas y caminos de acceso	X	X	X																									

Sector	Obra y Parte / Actividad	Fuente de Impacto	Calidad del Aire	Ruido	Vibraciones	Geología, Geomorfología y Riesgos	Suelos	Hidrología	Hidrogeología	Calidad del Agua	Recursos Hídricos Marinos	Plantas (Flora vascular)	Algas, Hongos y Líquenes	Animales Silvestres	Ecosistemas Acuáticos Continentales	Ecosistema Marino	Patrimonio Histórico y Arqueológico	Paleontología	Paisaje	Áreas Protegidas y Sitios Prioritarios	Atractivos Culturales o Naturales	Uso del Territorio	Dimensión Geográfica	Dimensión Demográfica	Dimensión Antropológica	Dimensión Socioeconómica	Dimensión Bienestar Social Básico	Proyectos con RCA		
	<ul style="list-style-type: none"> - Construcción de planta de tratamiento de aguas de contacto - Tratamiento de aguas de contacto y descarga en quebrada Blanca - Mantenimiento periódico de la planta de tratamiento de aguas de contacto y los sistemas anexos - Interceptación de aguas de contacto - Conducción, bombeo y re-impulsión de agua de contacto interceptada - Retiro de insumos residuales y repuestos - Manejo de residuos 	Generación de flujo vehicular por caminos internos	X	X	X																									
		Generación de aguas de contacto							X	X	X					X														
Obras Lineales	<ul style="list-style-type: none"> - Desmantelamiento de instalaciones: <ul style="list-style-type: none"> - Desmontaje y desmantelamiento de equipos, elementos estructurales, ductos, torres de alta tensión, cableados y en general de todos los elementos en superficie en la faena - Desmantelamiento, retiro de revestimiento y cubrimiento de la superficie de las piscinas de emergencia - Señalizaciones - Cobertura Superficial - Manejo de residuos 	Intervención de superficie terrestre	X				X					X	X																	
		Generación de emisiones de MP	X																											
		Generación de emisiones de ruido		X																										
		Generación de flujo vehicular por rutas públicas y caminos de acceso	X	X	X																									
		Generación de flujo vehicular por caminos internos	X	X	X																									
		Demanda por abastecimiento de agua potable e industrial, insumos y servicios																						X					X	X
Pampa	<ul style="list-style-type: none"> - Torre de comunicaciones Cerro El Maní: <ul style="list-style-type: none"> - Operación y monitoreo de torre de comunicaciones - Cierre de la torre de comunicaciones 	No se identifican fuentes de alteración																												
Puerto	<ul style="list-style-type: none"> - Desmantelamiento de instalaciones <ul style="list-style-type: none"> - Desmontaje y desmantelamiento de todos los elementos en superficie en la faena - Desmantelamiento, retiro de revestimiento y cubrimiento de la superficie de las piscinas de emergencia - Demolición y retiro del lecho marino de obras submarinas (emisarios, tomas de agua, fundaciones, entre otras), previa evaluación de la posibilidad de transferir las instalaciones a terceros que puedan hacer uso de ellas posteriormente - Cierre de accesos 	Despeje del fondo marino														X														
		Generación de emisiones de MP	X																											
		Generación de emisiones de ruido		X										X																
		Generación de residuos sólidos (RSD, RSDA, RISES NP, RESCOM, RESPEL y lodos PTAS)																												

Sector	Obra y Parte / Actividad	Fuente de Impacto	Calidad del Aire	Ruido	Vibraciones	Geología, Geomorfología y Riesgos	Suelos	Hidrología	Hidrogeología	Calidad del Agua	Recursos Hídricos Marinos	Plantas (Flora vascular)	Algas, Hongos y Líquenes	Animales Silvestres	Ecosistemas Acuáticos Continentales	Ecosistema Marino	Patrimonio Histórico y Arqueológico	Paleontología	Paisaje	Áreas Protegidas y Sitios Prioritarios	Atractivos Culturales o Naturales	Uso del Territorio	Dimensión Geográfica	Dimensión Demográfica	Dimensión Antropológica	Dimensión Socioeconómica	Dimensión Bienestar Social Básico	Proyectos con RCA		
	<ul style="list-style-type: none"> - Señalizaciones - Cobertura Superficial - Retiro de Materiales y Repuestos <ul style="list-style-type: none"> - Limpieza general de cada área - Manejo de suelos contaminados - Manejo de Residuos 	Generación de flujo vehicular por rutas públicas y caminos de acceso	X	X	X																									
		Generación de flujo vehicular por caminos internos	X	X	X																									

Fuente: Elaboración Propia.

4.3.2.2 Alteraciones Directas e Indirectas

Realizada la interacción de los componentes ambientales y las actividades del Proyecto (matriz causa-efecto), se identificaron las alteraciones directas e indirectas del Proyecto, las cuales se presentan a continuación.

Tabla 4-25. Alteraciones directas e indirectas fase de Construcción.

Componente Ambiental	Principales Fuentes Generadoras de Alteración	Potencial Alteración
Calidad del Aire	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención de superficie terrestre y acondicionamiento del terreno - Generación de emisiones de MP - Generación de emisión de gases - Generación de flujo vehicular por rutas públicas y caminos de acceso - Generación de flujo por caminos internos 	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento en la concentración de material particulado y gases
Ruido	<ul style="list-style-type: none"> - Generación de emisiones de ruidos - Generación de flujo vehicular por rutas públicas y caminos de acceso - Generación de flujo por caminos interno 	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento de los niveles basales de ruido
Vibraciones	<ul style="list-style-type: none"> - Generación de vibraciones - Generación de flujo vehicular por rutas públicas y caminos de acceso - Generación de flujo por caminos interno 	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento de los niveles basales de vibraciones
Geología, Geomorfología y Riesgos	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención de superficie terrestre y acondicionamiento del terreno 	<ul style="list-style-type: none"> - Modificación del relieve y geomorfología local
Suelos	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención de superficie terrestre y acondicionamiento del terreno 	<ul style="list-style-type: none"> - Pérdida del recurso natural suelo - Deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo
Hidrología	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención de superficie terrestre y acondicionamiento del terreno - Intervención de la red de drenaje natural - Intervención de cauces 	<ul style="list-style-type: none"> - Disminución de caudales superficiales
Hidrogeología	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención de superficie terrestre y acondicionamiento del terreno - Emplazamiento de obras (rajo, botaderos y depósito de relaves) 	<ul style="list-style-type: none"> - Alteración del flujo pasante - Cambio en los niveles freáticos

Componente Ambiental	Principales Fuentes Generadoras de Alteración	Potencial Alteración
Calidad de las Aguas	<ul style="list-style-type: none"> - Filtración de aguas de contacto o proceso 	<ul style="list-style-type: none"> - Alteración de calidad del agua superficial y subterránea en cuencas aledañas al Proyecto
Recursos Hídricos Marinos	<ul style="list-style-type: none"> - Despeje del fondo marino 	<ul style="list-style-type: none"> - Alteración de las propiedades físicas y químicas del agua marina
Plantas (Flora y Vegetación)	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención de superficie terrestre y acondicionamiento del terreno - Generación de emisiones de MP 	<ul style="list-style-type: none"> - Pérdida de ejemplares de flora en categoría de conservación amenazadas - Pérdida de formaciones de humedales - Alteración de formaciones vegetales debido a MPS
Algas, Hongos y Líquenes	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención de superficie terrestre y acondicionamiento del terreno 	<ul style="list-style-type: none"> - Pérdida de ejemplares de flora no vascular en categoría de conservación
Animales Silvestres (Fauna)	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención de superficie terrestre y acondicionamiento del terreno - Generación de emisiones de ruido 	<ul style="list-style-type: none"> - Pérdida de ejemplares de fauna singular - Pérdida de superficie de hábitat de fauna - Alteración de hábitat de fauna humedal altoandino
Ecosistemas Acuáticos Continentales	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención de superficie terrestre y acondicionamiento del terreno - Intervención de la red de drenaje natural - Intervención de cauces 	<ul style="list-style-type: none"> - Pérdida y/o alteración de ecosistemas acuáticos continentales
Ecosistema Marino	<ul style="list-style-type: none"> - Despeje del fondo marino - Generación de emisiones de ruido - Generación de vibraciones 	<ul style="list-style-type: none"> - Alteración del hábitat de comunidades bentónicas intermareales y submareales - Alteración del hábitat acuático por resuspensión de sedimentos sobre la biota marina - Alteración del hábitat de fauna marino costera (mamíferos, reptiles y aves)
Patrimonio Histórico y Arqueológico	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención de superficie terrestre y acondicionamiento del terreno 	<ul style="list-style-type: none"> - Pérdida o alteración de monumentos arqueológicos (sitios arqueológicos, sitios arqueológicos de rasgos lineales y hallazgos aislados)
Paleontología	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención de superficie terrestre y acondicionamiento del terreno 	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención de áreas con potencial fosilífero (susceptible de contener materiales fosilíferos) y/o áreas fosilíferas
Paisaje	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención de superficie terrestre y acondicionamiento del terreno 	<ul style="list-style-type: none"> - Alteración del valor paisajístico
Áreas Protegidas y Sitios Prioritarios	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención de superficie terrestre y acondicionamiento del terreno - Generación de flujo vehicular por rutas públicas y caminos de acceso 	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención de Áreas Protegidas y Sitios Prioritarios

Componente Ambiental	Principales Fuentes Generadoras de Alteración	Potencial Alteración
Atractivos Culturales o Naturales y sus Interrelaciones	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención de superficie terrestre y acondicionamiento del terreno - Generación de emisiones de ruido - Generación de flujo vehicular por rutas públicas y caminos de acceso 	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención de rutas de desplazamiento de turistas
Uso del Territorio y su Relación con la Planificación Territorial	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención de superficie terrestre y acondicionamiento del terreno - Generación de flujo vehicular por rutas públicas y caminos de acceso - Generación de flujo vehicular por caminos internos 	<ul style="list-style-type: none"> - Alteración de los niveles de servicios de rutas públicas de acceso al Proyecto
Medio Humano	<ul style="list-style-type: none"> - Generación de emisiones de MP y gases - Generación de emisiones de ruido y vibraciones - Generación de flujo vehicular por rutas públicas y caminos de acceso - Contratación de mano de obra 	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención, uso o restricción al acceso de los recursos naturales utilizados como sustento económico del grupo o para cualquier otro uso tradicional, tales como medicinal, espiritual o cultural. - Obstrucción o restricción a la libre circulación, conectividad o el aumento significativo de los tiempos de desplazamiento. - Alteración al acceso o a la calidad de bienes, equipamientos, servicios o infraestructura básica. - Dificultad o impedimento para el ejercicio o la manifestación de tradiciones, cultura o intereses comunitarios, que puedan afectar los sentimientos de arraigo o la cohesión social del grupo.
Proyectos con RCA	<ul style="list-style-type: none"> - Generación de emisiones de MP y gases - Generación de flujo vehicular por rutas públicas y caminos de acceso 	<ul style="list-style-type: none"> - Relación de los impactos del Proyecto, con otros proyectos con RCA vigente. En función de su ubicación, emisiones, efluentes y residuos, extracción, explotación o uso de recursos naturales renovables autorizados ambientalmente.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 4-26. Alteraciones directas e indirectas fase de Operación.

Componente Ambiental	Principales Fuentes Generadoras de Alteración	Potencial Alteración
Calidad del Aire	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención de superficie terrestre - Generación de emisiones de MP - Generación de emisiones de gases - Generación de flujo vehicular por rutas públicas y caminos de acceso - Generación de flujo por caminos internos 	<ul style="list-style-type: none"> - Alteración de la calidad del aire por aumento en la concentración de material particulado y gases
Ruido	<ul style="list-style-type: none"> - Generación de emisiones de ruidos - Generación de flujo vehicular por rutas públicas y caminos de acceso - Generación de flujo por caminos interno 	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento de los niveles basales de ruido
Vibraciones	<ul style="list-style-type: none"> - Generación de vibraciones - Generación de flujo vehicular por rutas públicas y caminos de acceso - Generación de flujo por caminos interno 	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento de los niveles basales de vibraciones
Geología, Geomorfología y Riesgos	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención de superficie terrestre 	<ul style="list-style-type: none"> - Modificación del relieve y geomorfología local
Suelos	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención de superficie terrestre 	<ul style="list-style-type: none"> - Pérdida del recurso natural suelo - Deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo
Hidrología	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención de superficie terrestre - Intervención de la red de drenaje natural 	<ul style="list-style-type: none"> - Disminución de caudales superficiales
Hidrogeología	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención de superficie terrestre - Emplazamiento de obras (rajo, botaderos y depósito de relaves) 	<ul style="list-style-type: none"> - Alteración del flujo pasante - Cambio en los niveles freáticos
Calidad de las Aguas	<ul style="list-style-type: none"> - Filtración de aguas de contacto o proceso 	<ul style="list-style-type: none"> - Alteración de calidad del agua superficial y subterránea en cuencas aledañas al Proyecto
Recursos Hídricos Marinos	<ul style="list-style-type: none"> - Captación de agua de mar - Generación de efluente de planta desalinizadora (salmuera) - Generación de efluentes líquidos 	<ul style="list-style-type: none"> - Alteración de las propiedades físicas y químicas del agua marina

Componente Ambiental	Principales Fuentes Generadoras de Alteración	Potencial Alteración
Plantas (Flora y Vegetación)	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención de superficie terrestre - Generación de emisiones de MP 	<ul style="list-style-type: none"> - Pérdida de ejemplares de flora en categoría de conservación amenazadas - Pérdida de formaciones de humedales - Alteración de formaciones vegetales producto de emisiones de MPS
Algas, Hongos y Líquenes	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención de superficie terrestre 	<ul style="list-style-type: none"> - Pérdida de ejemplares de flora no vascular singular
Animales Silvestres (Fauna)	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención de superficie terrestre - Generación de emisiones de ruido 	<ul style="list-style-type: none"> - Pérdida de ejemplares de fauna singular - Pérdida de superficie de hábitat de fauna - Alteración de hábitat de fauna humedal altoandino
Ecosistemas Acuáticos Continentales	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención de superficie terrestre - Generación de aguas de contacto 	<ul style="list-style-type: none"> - Pérdida y/o alteración de ecosistemas acuáticos continentales
Ecosistema Marino	<ul style="list-style-type: none"> - Captación de agua de mar - Generación de efluente de planta desalinizadora (salmuera) - Generación de emisiones de ruido 	<ul style="list-style-type: none"> - Alteración del hábitat de comunidades bentónicas intermareales y submareales - Alteración del hábitat acuático por efecto de la Captación de agua de mar - Alteración del hábitat de fauna marino costero
Patrimonio Histórico y Arqueológico	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención de superficie terrestre 	<ul style="list-style-type: none"> - Pérdida o alteración de monumentos arqueológicos (sitios arqueológicos, sitios arqueológicos de rasgos lineales y hallazgos aislados)
Paleontología	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención de superficie terrestre 	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención de áreas con potencial fosilífero (susceptible de contener materiales fosilíferos) y/o áreas fosilíferas
Paisaje	<ul style="list-style-type: none"> - No se identifican fuentes potenciales de alteración 	
Áreas Protegidas y Sitios Prioritarios	<ul style="list-style-type: none"> - No se identifican fuentes potenciales de alteración 	
Atractivos Culturales o Naturales y sus Interrelaciones	<ul style="list-style-type: none"> - Generación de flujo vehicular por rutas públicas y caminos de acceso 	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención de rutas de desplazamiento de turistas
Uso del Territorio y su Relación con la Planificación Territorial	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención de superficie terrestre y acondicionamiento del terreno - Generación de flujo vehicular por rutas públicas y caminos de acceso - Generación de flujo vehicular por caminos internos 	<ul style="list-style-type: none"> - Alteración de los niveles de servicios de rutas públicas de acceso al Proyecto

Componente Ambiental	Principales Fuentes Generadoras de Alteración	Potencial Alteración
Medio Humano	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención de superficie terrestre y acondicionamiento del terreno - Generación de emisiones de MP y gases - Generación de emisiones de ruido y vibraciones - Generación de flujo vehicular por rutas públicas y caminos de acceso - Contratación de mano de obra - Captación de Agua de Mar - Generación de efluente de planta desalinizadora (salmuera) 	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención, uso o restricción al acceso de los recursos naturales utilizados como sustento económico del grupo o para cualquier otro uso tradicional, tales como medicinal, espiritual o cultural.
Proyectos con RCA	<ul style="list-style-type: none"> - Generación de emisiones de MP y gases - Generación de flujo vehicular por rutas públicas y caminos de acceso - Captación de Agua de Mar - Generación de efluente de planta desalinizadora (salmuera) 	<ul style="list-style-type: none"> - Relación de los impactos del Proyecto, con otros proyectos con RCA vigente. En función de su ubicación, emisiones, efluentes y residuos, extracción, explotación o uso de recursos naturales renovables autorizados ambientalmente.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 4-27. Alteraciones directas e indirectas fase de Cierre.

Componente Ambiental	Principales Fuentes Generadoras de Alteración	Potencial Alteración
Calidad del Aire	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención de superficie - Generación de emisiones de MP - Generación de flujo vehicular por rutas públicas y caminos de acceso - Generación de flujo por caminos internos 	<ul style="list-style-type: none"> - Alteración de la calidad del aire por aumento en la concentración de material particulado y gases
Ruido	<ul style="list-style-type: none"> - Generación de emisiones de ruidos - Generación de flujo vehicular por rutas públicas y caminos de acceso - Generación de flujo por caminos interno 	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento de los niveles basales de ruido

Componente Ambiental	Principales Fuentes Generadoras de Alteración	Potencial Alteración
Vibraciones	<ul style="list-style-type: none"> - Generación de vibraciones - Generación de flujo vehicular por rutas públicas y caminos de acceso - Generación de flujo por caminos interno 	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento de los niveles basales de vibraciones
Geología, Geomorfología y Riesgos	<ul style="list-style-type: none"> - No se identifican fuentes potenciales de alteración 	
Suelos	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención de superficie terrestre 	<ul style="list-style-type: none"> - Pérdida del recurso natural suelo - Deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo
Hidrología	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención de superficie terrestre 	<ul style="list-style-type: none"> - Disminución de caudales superficiales
Hidrogeología	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención de superficie terrestre 	<ul style="list-style-type: none"> - Alteración del flujo pasante - Cambio en los niveles freáticos
Calidad de las Aguas	<ul style="list-style-type: none"> - Filtración de aguas de contacto o proceso 	<ul style="list-style-type: none"> - Alteración de calidad del agua superficial y subterránea en cuencas aledañas al Proyecto
Recursos Hídricos Marinos	<ul style="list-style-type: none"> - Despeje del fondo marino 	<ul style="list-style-type: none"> - Alteración de las propiedades físicas y químicas del agua marina
Plantas (Flora y Vegetación)	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención de superficie terrestre - Generación de emisiones de MP 	<ul style="list-style-type: none"> - Alteración de formaciones vegetales producto de emisiones de MPS
Algas, Hongos y Líquenes	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención de superficie terrestre 	<ul style="list-style-type: none"> - Pérdida de ejemplares de flora no vascular singular
Animales Silvestres (Fauna)	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención de superficie terrestre 	<ul style="list-style-type: none"> - Alteración de hábitat de fauna
Ecosistemas Acuáticos Continentales	<ul style="list-style-type: none"> - Intervención de superficie terrestre - Generación de aguas de contacto 	<ul style="list-style-type: none"> - Pérdida y/o alteración de ecosistemas acuáticos continentales
Ecosistema Marino	<ul style="list-style-type: none"> - Despeje del fondo marino 	<ul style="list-style-type: none"> - Alteración del hábitat de comunidades bentónicas intermareales y submareales - Alteración del hábitat de fauna marino costero
Patrimonio Histórico y Arqueológico	<ul style="list-style-type: none"> - No se identifican fuentes de alteración 	
Paleontología	<ul style="list-style-type: none"> - No se identifican fuentes de alteración 	

Componente Ambiental	Principales Fuentes Generadoras de Alteración	Potencial Alteración
Paisaje	- No se identifican fuentes de alteración	
Áreas Protegidas y Sitios Prioritarios	- No se identifican fuentes de alteración	
Atractivos Culturales o Naturales y sus Interrelaciones	- No se identifican fuentes de alteración	
Uso del Territorio y su Relación con la Planificación Territorial	- Generación de flujo vehicular por rutas públicas y caminos de acceso - Generación de flujo vehicular por caminos internos	- Alteración de los niveles de servicios de rutas públicas de acceso al Proyecto
Medio Humano	- No se identifican fuentes de alteración	
Proyectos con RCA	- No se identifican fuentes de alteración	

Fuente: Elaboración Propia.

4.3.3 Etapa III: Evaluación de Impactos del Proyecto

En esta etapa se describen y evalúan los efectos de la ejecución de las obras, partes y/o actividades del Proyecto, sobre cada componente ambiental utilizando cuando sea posible, medios cuantificables para predecir y justificar su magnitud, duración, extensión, entre otras; tales como modelos matemáticos, simulaciones computacionales y análisis cartográfico o, en su defecto, empleando herramientas de análisis de carácter cualitativo.

La etapa de evaluación de impactos para cada componente ambiental evaluado considera los siguientes pasos:

- Identificación del Impacto;
- Calificación del Impacto;
- Jerarquización del Impacto

Es importante mencionar que de manera previa a la identificación de impactos, y con la finalidad de dar un sustento a la evaluación de impactos, se presenta por cada uno de los componentes evaluados los resultados más relevantes obtenidos en la Línea de Base del Proyecto (Capítulo 3 del EIA) y de las modelaciones y/o estudios complementarios, en el caso que corresponda.

4.3.3.1 Definición de Áreas Envolventes (AE)

Las áreas envolventes (AE) corresponden a una superficie variable entorno a las obras del Proyecto considerada para la evaluación y cálculo de la superficie, tamaño y/o extensión de los impactos ambientales, siendo utilizada en el CAI para cuantificar el parámetro “Extensión”, para el caso de los componentes que poseen una expresión areal. Se trata de una superficie que busca establecer un sobre perímetro de protección o amortiguación, principalmente para la evaluación de la fase de Construcción.

Esta área asociada al entorno inmediato de las obras y se proyecta incluso por sobre las áreas de cortes y rellenos definidas a nivel de ingeniería, por lo que la evaluación de impactos considera más allá de los propios límites de las mismas obras o conjunto de obras, es decir, más allá del perímetro mismo del *layout* de cada obra específica.

Entre los criterios utilizados para su definición se consideraron:

- Cortes y rellenos
- Dimensión de maquinarias
- Radio de acción o de giro de maquinaria

Para el caso de obras de ingeniería que se dispone de cortes y rellenos, se considera una superficie adicional entorno a la obra que va desde los 5 metros en el caso de las instalaciones del Puerto, obras lineales, 15 metros para Botaderos de Estériles, Acopios de Mineral y Caminos Mineros, 20 metros en el caso de Tranque de Relaves y 30 metros en el caso del Rajo.

Respecto a las obras en las que no se dispone de cortes y rellenos, como por ejemplo lanzaderas, antenas de comunicación, postaciones de líneas eléctricas y huellas de acceso a líneas de alta tensión, se consideró un ancho en torno a las obras que va desde los 8 metros hasta los 20 metros.

4.3.3.2 Medio Físico

4.3.3.2.1 Calidad del Aire

a) Síntesis Línea de Base y Valor Ambiental del Componente

La descripción de la calidad del aire del área de influencia previo a la ejecución del Proyecto se realizó en base a las fuentes receptoras susceptibles de ser afectadas (población y formaciones vegetales), para lo cual se consideró información proveniente de estaciones de monitoreo de propiedad de CMTQB (ver Tabla 4-29 y Figura 4-2), representativas de las concentraciones de exposición de los receptores de interés.

La caracterización y evaluación de impactos sobre los receptores sensibles de Medio Humano (Localidades y/o Asentamientos), se realizó a partir del análisis de las concentraciones de Material Particulado Respirable (MP_{10}), Material Respirable Fino ($MP_{2,5}$) y Gases (CO , SO_2 y NO_2), consideradas para efectos del Proyecto en evaluación con relación a los valores establecidos en la Normativa vigente, que en este caso se aplica como criterio de evaluación (ver Capítulo 10), señalados a continuación.

En la Tabla 4-28, se presenta la normativa vigente utilizada como criterio de evaluación de calidad del aire.

Tabla 4-28. Normativa de Calidad de Aire, Utilizada como criterio de Evaluación.

Parámetro	Tipo Norma	N° Decreto/Año	Valor Norma	Condiciones Superación Norma
MP_{10}	Primaria	D.S. 59/1998	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, como concentración de 24 horas	- El percentil 98 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un periodo anual, sea mayor o igual a 150 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).
			50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como concentración anual	- En un período anual de mediciones: se registrare un número de días con mediciones sobre el valor de 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ mayor que siete (7). - La concentración anual calculada como promedio aritmético de tres años calendario consecutivos, sea mayor o igual que 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
$MP_{2,5}$	Primaria	D.S. 12/2011	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, como concentración de 24 horas	- Cuando el percentil 98 de los promedios diarios registrados

Parámetro	Tipo Norma	N° Decreto/Año	Valor Norma	Condiciones Superación Norma
			20 µg/m ³ , como concentración anual	durante un año, sea mayor a 50 µg/m ³ . - Cuando el promedio tri-anual de las concentraciones anuales sea mayor a 20 µg/m ³ .
SO ₂	Primaria	113/2002	80 µg/m ³ N, como concentración anual	- Cuando el promedio tri-anual de las concentraciones anuales sea mayor o igual a 80 µg/m ³ N.
			250 µg/m ³ N, como concentración de 24 horas	- Cuando el promedio tri-anual del percentil 99 de las concentraciones de 24 horas sea mayor o igual a 250 µg/m ³ N.
	Secundaria	22/2010	80 µg/m ³ N, como concentración anual	- Cuando el promedio tri-anual de las concentraciones anuales sea mayor o igual a 80 µg/m ³ N.
			365 µg/m ³ N, como concentración de 24 horas	- Cuando el promedio tri-anual del percentil 99,7 de las concentraciones de 24 horas sea mayor o igual a 365 µg/m ³ N.
NO ₂	Primaria	114/2002	100 µg/m ³ N, como concentración anual	- Cuando el promedio tri-anual de las concentraciones anuales sea mayor o igual a 100 µg/m ³ N.
			400 µg/m ³ N, como concentración horaria	- Cuando el promedio tri-anual de percentil 99, de los máximos diarios en forma anual, sea mayor o igual a 400 µg/m ³ N.
CO	Primaria	115/2002	10 mg/m ³ N, como concentración de 8 horas	- Cuando el promedio tri-anual de percentil 99, de los máximos diarios de concentración de 8 horas sea mayor o igual a 10 mg/m ³ N.
			30 mg/m ³ N, como concentración horaria.	- Cuando el promedio tri-anual de percentil 99, de los máximos diarios de concentración de 1 hora sea mayor o igual a 30 mg/m ³ N.

Fuente: Elaboración Propia.

Con respecto a las fuentes receptoras de formaciones vegetales singulares, la caracterización y posterior evaluación de impactos se realizó a partir del análisis de las concentraciones de Material Particulado Sedimentable (MPS). Dado que no existe una norma secundaria para MPS de carácter nacional o específica para la zona del Proyecto, se ha optado como Norma de Carácter Referencial el D.S. 04/1992 del Ministerio de Agricultura, que establece Norma de calidad del aire para Material Particulado Sedimentable para la cuenca del río Huasco en la III Región de Atacama.

De acuerdo a lo indicado en el art. 11 del D.S. 40/2012 se revisaron otras normas, no identificándose normas de referencia que establezcan límites más estrictos que los establecidos en el D.S. 04/1992, como por ejemplo la establecida por la Confederación Suiza, cuyo valor es de 200 mg/m²-día, siendo menos conservador que el valor señalado por la norma de referencia

del Huasco, la cual establece un valor de 150 mg/m²-día como concentración media aritmética mensual y 100 mg/m²-día como concentración media aritmética anual, justificándose de esta forma el uso del indicador más restrictivo para asegurar la evaluación de la componente en su condición más desfavorable, de acuerdo a lo establecido en la actual legislación ambiental.

Las estaciones que se utilizarán para el análisis, son las siguientes:

Tabla 4-29. Estaciones de monitoreo de calidad del aire, receptores sensibles.

Área Proyecto	Nombre Estación	Coordenadas UTM Datum WGS 84 - Huso 19 Sur		Parámetros	Frecuencia Monitoreo	
		Este	Norte		MP ₁₀	MP _{2,5}
Mina	Chiclla	527.742	7.674.176	MP ₁₀ , MP _{2,5}	Continuo	Continuo
	Copaquiri	511.315	7.685.543	MP ₁₀ , MP _{2,5}	Continuo	Continuo
				MPS	Mensual	
	Choja ¹²	512.516	7.671.515	MP ₁₀ , MP _{2,5}	Continuo	Continuo
	Punto N°1	524.011	7.677.763	MPS	Mensual	
	Punto N°2	522.113	7.675.012	MPS	Mensual	
	Punto N°4	518.690	7.674.770	MPS	Mensual	
Punto N°5	521.860	7.679.899	MPS	Mensual		
Obras Lineales	Victoria	431.429	7.706.335	MP ₁₀ , MP _{2,5}	Continuo	Continuo
	Colonia Pintados	440.525	7.718.882	MP ₁₀ , MP _{2,5}	Continuo	Continuo
	Tamentica	481.559	7.681.639	MP ₁₀ , MP _{2,5}	Continuo	Continuo
	Tamarugal-MPS PQ1	439.528	7.696.276	MPS	Mensual	
	Tamarugal-MPS PQ2	438.537	7.696.645	MPS	Mensual	
	Tamarugal-MPS PQ3	437.481	7.697.160	MPS	Mensual	
	Tamarugal-MPS PQ4	436.765	7.697.102	MPS	Mensual	
	Pintados-MPS PINT 1	441.323	7.718.068	MPS	Mensual	
	Pintados-MPS PINT 2	440.013	7.718.439	MPS	Mensual	
	Pintados-MPS PINT 3	442.004	7.720.118	MPS	Mensual	
	Pintados-MPS PINT 4	440.594	7.719.630	MPS	Mensual	
	Ductos	398.687	7.694.430	MPS	Mensual	
	Tamentica 1	481.559	7.681.639	MPS	Mensual	
Tamentica 2	480.791	7.681.412	MPS	Mensual		
By-Pass 2 ¹³	524.659	7.690.394	MPS	Mensual		
Puerto	Chanavayita	376.100	7.709.970	MP ₁₀ , MP _{2,5}	Discreto	Discreto
	Cáñamo	376.810	7.699.690	MP ₁₀ , MP _{2,5}	Discreto	Discreto

Fuente: Elaboración Propia.

Las normas referenciales de Calidad del Aire primarias para MP₁₀ y MP_{2,5}, (para efecto de esta evaluación) serán aplicables a aquellas estaciones indicadas en la Tabla 4-29, correspondientes a los sitios donde efectivamente hay receptores sensibles (localidades y/o asentamientos de

¹² Cabe señalar que la estación Choja, se encuentra ubicada en la quebrada de Casillas (Choja Alto)

¹³ Corresponde a la obra proyectada "Variante A-97B", sin embargo, se mantiene nombre reflejado en los informes de laboratorio.

Chiclla, Casillas, Huatacondo, Copaquiri, Tamentica, Ex Oficina Victoria, Colonia Pintados, Chanavayita y Cádiz).

Respecto a los campamentos mineros, en la Tabla 4-30 se señalan las características de las mediciones realizadas para efectos de Línea de Base.

Tabla 4-30. Estaciones de monitoreo de calidad del aire, Campamentos mineros.

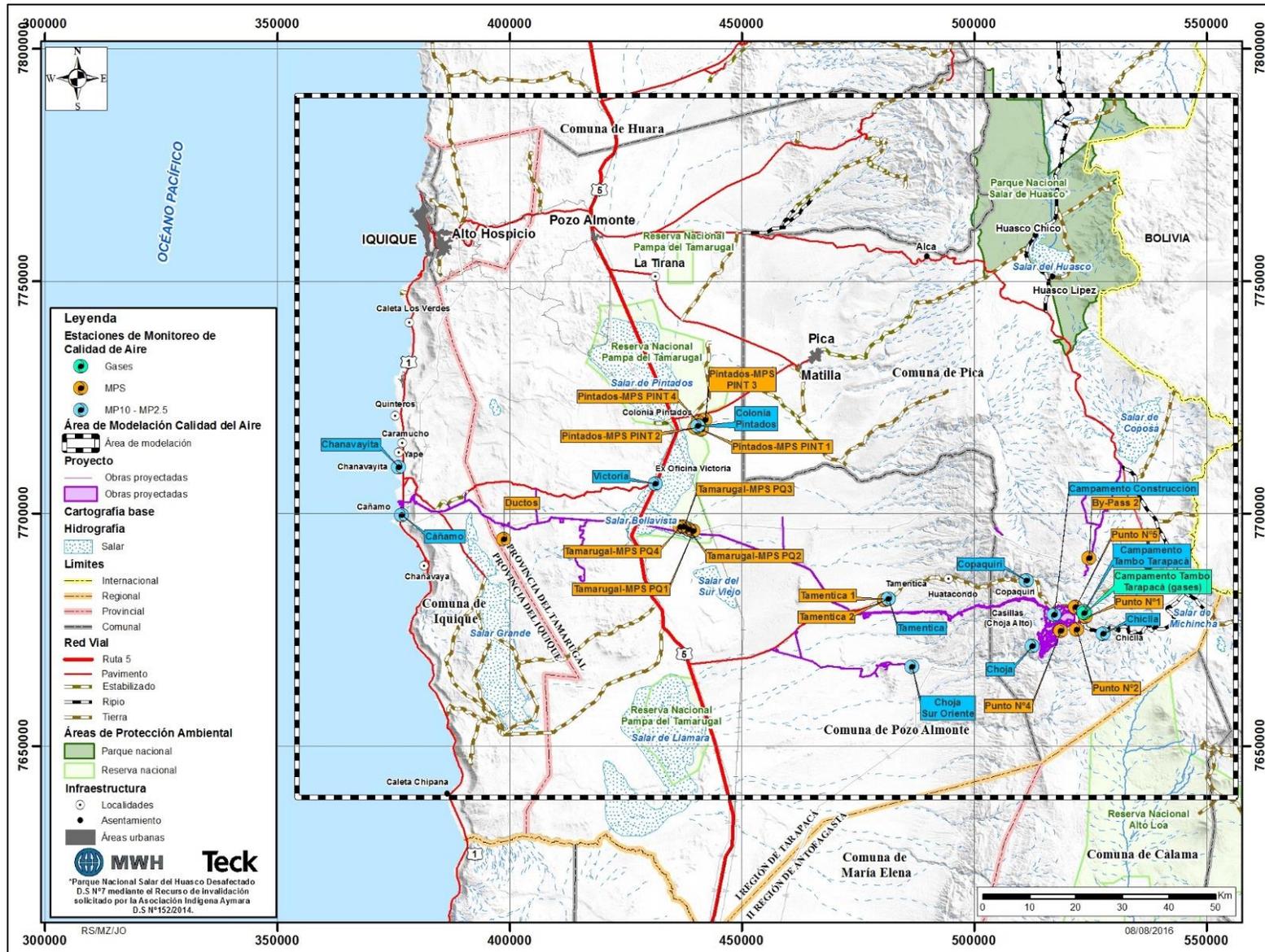
Área Proyecto	Nombre Estación	Coordenadas UTM Datum WGS 84 - Huso 19 Sur		Parámetros	Frecuencia Monitoreo		
		Este	Norte		MP ₁₀	MP _{2.5}	Gases
Mina	Campamento Tambo-Tarapacá ¹⁴	517.174	7.678.237	MP ₁₀ , MP _{2.5}	Discreto	Discreto	
	Campamento Tambo-Tarapacá Gases ¹⁵	523.702	7.678.617	SO ₂ , NO ₂ y CO			Continuo
	Campamento Construcción ¹⁶	523.590	7.678.910	MP ₁₀ , MP _{2.5}	Discreto	Discreto	
Pampa	Choja Sur Oriente	476.680	7.666.478	MP ₁₀ , MP _{2.5}	Continuo	Continuo	

¹⁴ Corresponde a la estación con antiguo nombre Campamento 1.700.

¹⁵ Corresponde a la estación con antiguo nombre Campamento 1.700.

¹⁶ Corresponde al Campamento Concentradora, sin embargo, se mantiene nombre reflejado en los informes de laboratorio.

Figura 4-2. Localización estaciones de monitoreo de calidad del aire.



A partir de los resultados presentados en el Capítulo 3 Línea de Base, acápite 3.2.2 Calidad del Aire, es posible presentar los siguientes resultados relevantes respecto a las concentraciones basales de calidad del aire en el área de influencia del Proyecto, según la sectorización de las estaciones.

- Área Mina
 - Material Particulado Respirable MP₁₀

Las mediciones de los contaminantes medidos durante periodos anuales (ver Tabla 4-31), para las estaciones de Chiclla, Copaquiri y Choja, las cuales se encuentran alejadas de la faena, presentan valores muy por debajo de los límites establecidos en la normativa de carácter referencial.

Tabla 4-31. Resumen por año MP₁₀ medido en el Área Mina (Localidades).

Nº	Estaciones de Monitoreo	Año	MP ₁₀ (µg/m ³)		
			Media Anual	P98 Diario	Promedio Trianual
1	Chiclla	2015	7	19	-
		2016	---	26	
2	Choja	2015	17	66	-
		2016	---	17	
3	Copaquiri	2015	17	52	-
		2016	---	78	

(--) Monitoreo en desarrollo para calcular concentración media anual 2016.

Fuente: Elaboración Propia.

Por su parte, en la Tabla 4-32 se muestran los valores registrados en las estaciones asociadas a los campamentos mineros del Área Mina (Campamentos Construcción y Tambo-Tarapacá), ubicados en el entorno inmediato de la faena minera.

Tabla 4-32. Resumen por año MP₁₀ medido en campamentos del Área Mina.

Nº	Estaciones de Monitoreo	Año	MP ₁₀ (µg/m ³)	
			Media Anual	P98 Diario
1	Campamento Tambo-Tarapacá	2013	38	136
		2014	47	138
		2015	27	76
2	Campamento Construcción	2013	28	95
		2014	40	121
		2015	20	87

Fuente: Elaboración Propia.

- Material Particulado Respirable MP_{2,5}

La Tabla 4-34 muestra los resultados de línea de Base de las estaciones de Chiclla, Copaquiri y Choja, donde se observa que presentan valores muy por debajo de los límites establecidos en la normativa de carácter referencial.

Tabla 4-33. Resumen por año MP_{2,5} medido en Área Mina.

Estaciones de Monitoreo	Año	MP _{2,5} (µg/m ³)		
		Media Anual (*)	P98 Diario	Promedio Trianual
Chiclla	2015	1	2	-
	2016	--	0	
Choja	2015	1	3	-
	2016	---	0	
Copaquiri	2015	2	7	-
	2016	4	0	

(--) Monitoreo en desarrollo para calcular concentración media anual 2016.

Fuente: Elaboración Propia.

Por su parte, en la Tabla 4-34 se muestran los resultados de línea de base en las estaciones ubicadas en el entorno inmediato de la faena y asociadas a las estaciones Campamento Construcción y Tambo-Tarapacá.

Tabla 4-34. Resumen por año MP_{2,5}, campamentos del Área Mina.

Estaciones de Monitoreo	Año	MP _{2,5} (µg/m ³)		
		Media Anual	P98 Diario	Promedio Trianual
Campamento Tambo-Tarapacá	2013	17	71	-
	2014	23	57	
	2015	10	45	17
Campamento Construcción	2013	12	46	-
	2014	20	48	-
	2015	10	41	14

Fuente: Elaboración Propia.

- Material Particulado Sedimentable

Las estaciones muestran que hubo al menos un evento mensual que superó el valor mensual de 150 mg/m²/día (ver Tabla 4-35), siendo las estaciones con mayor número de veces de superación las correspondientes al Copaquiri MPS y Punto N° 4 (6 en cada una durante el año 2015).

Respecto al promedio anual, de un total de 14 valores anuales medidos (2014 y 2015), el 78,5% está por sobre la norma de referencia de 100 mg/m²/día y donde la estación Copaquiri MPS presenta los mayores niveles con 800 mg/m²/día, medidos durante el año 2015.

Tabla 4-35. Resumen por año MPS medido en Área Mina.

Estaciones de Monitoreo	Año	MPS (mg/m ² -día)	
		Media Anual	N° Muestras >150 mg/m ² /día
Copaquiri MPS	2015-2016 ¹⁷	800	6
Punto N°1 Área Mina	2014	182	3
	2015	73	1
Punto N°2 Área Mina	2014	155	3
	2015	135	2
Punto N°4 Área Mina	2014	188	6
	2015	96	1
Punto N°5 Área Mina	2014	217	6
	2015	95	4

Fuente: Elaboración Propia.

- Gases¹⁸

En la Tabla 4-36 se presenta un resumen de los datos obtenidos en la medición de los contaminantes (SO₂, NO₂ y CO) en la estación Tambo-Tarapacá para los años 2014 y 2015, los cuales están muy por debajo de los valores referenciales utilizados en la presente evaluación.

Tabla 4-36. Resumen por año Gases medido en Área Mina.

Estaciones de Monitoreo	Año	SO ₂			NO ₂			CO			
		Media Anual	P99 Diario	N° Días > 250 µg/m ³ N	Media Anual	P99 Horario	N° Horas > 400 µg/m ³ N	Media Anual	P99 Horario	Percentil 99 8 Horas	N° Horas > 30 mg/m ³ N
Campamento Tambo-Tarapacá	2014				15	128	0	0,3	1,0	1,0	0
	2015		30	0	9	95	0	0,5	1,1	1,0	0

Fuente: Elaboración Propia.

¹⁷ Valores para el período Mayo 2015 a Marzo 2016, con el fin de poder representar el comportamiento de 1 año.

¹⁸ Sólo se disponen de mediciones de gases en el Área Mina, específicamente en el campamento Tambo-Tarapacá (Ex Campamento 1700).

- Área Obras Lineales
 - Material Particulado Respirable MP₁₀

En la Tabla 4-37 se muestran las mediciones de MP₁₀ para las estaciones del área Obras Lineales. La estación que presentó los mayores niveles de MP₁₀, correspondió a la estación de Colonia Pintados, que durante el 2015 tuvo un valor de Percentil 98 de 107 µg/m³N, bajo el valor referencial normado de 150 µg/m³N. Asimismo, el promedio anual fue de 47 µg/m³N bajo el valor referencial normado de 50 µg/m³N.

Tabla 4-37. Resumen por año MP₁₀ medido en Área Obras Lineales.

Estaciones de Monitoreo	Año	MP ₁₀ (µg/m ³)	
		Media Anual	P98 Diario
Colonia Pintados	2015	47	107
	2016	---	102
Tamentica	2015	17	79
	2016	---	79
Victoria	2015	31	79
	2016	---	36

(--).Monitoreo en desarrollo para calcular concentración media anual 2016.

Fuente: Elaboración Propia.

- Material Particulado Respirable MP_{2,5}

En la Tabla 4-38 se muestran las mediciones de MP_{2,5} para las estaciones del Área Obras Lineales. La estación que presentó los mayores niveles de MP_{2,5} correspondió a la estación de Colonia Pintados que durante el 2015 tuvo un valor de Percentil 98 de 14 µg/m³N, bajo el valor referencial normado de 50 µg/m³N. Asimismo, el promedio anual fue de 5 µg/m³N, bajo el valor referencial normado de 20 µg/m³N.

Tabla 4-38. Resumen por año MP_{2,5} medido en Área de Obras Lineales.

Estaciones de Monitoreo	Año	MP _{2,5} (µg/m ³)	
		Media Anual	P98 Diario
Colonia Pintados	2015	5	14
	2016	---	0
Tamentica	2015	3	9
	2016	---	10
Victoria	2015	6	11
	2016	---	10

(--).Monitoreo en desarrollo para calcular concentración media anual 2016.

Fuente: Elaboración Propia.

- Material Particulado Sedimentable

La Tabla 4-39 muestra los resultados obtenidos de Material Particulado Sedimentable (MPS) en el Área de Obras Lineales. Como se observa, las estaciones ubicadas en el sector del Tamarugal, fueron las que presentaron los menores niveles de MPS, con valores promedios anuales que variaron entre 30 mg/m²/día y 95 mg/m²/día. Además y durante el año 2015, en ninguna ocasión fue sobrepasada la normal referencial anual de 100 mg/m²/día.

La estación ubicada en el sector donde se proyecta la Variante A-97B (By-Pass 2), presentó los mayores niveles de MPS, con valores promedios anuales de 621 mg/m²/día. Además en esta estación se registraron valores sobre los 100 mg/m²/día durante el 2015 en al menos 3 ocasiones.

Tabla 4-39. Resumen por año de MPS medidos en el Área Obras lineales.

Estaciones de Monitoreo		Año	MPS (mg/m ² /día)	
			Media Anual	N° Muestras >150 mg/m ² /día
Tamarugal	MPS PQ1	2014	30	0
		2015	63	0
		2016	---	0
	MPS PQ2	2014	57	1
		2015	60	0
		2016	---	0
	MPS PQ3	2014	52	0
		2015	95	1
		2016	---	0
	MPS PQ4	2014	28	0
		2015	61	0
		2016	---	0
Pintados	MPS PINT 1	2014	111	3
		2015	111	2
		2016	---	0
	MPS PINT 2	2014	183	7
		2015	111	2
		2016	---	2
	MPS PINT 3	2014	114	3
		2015	117	5
		2016	---	0
	MPS PINT 4	2014	69	1
		2015	71	0
		2016	---	1
Tamentica-1		2015-2016	492	7
Tamentica-2		2015-2016 ¹⁹	481	5

¹⁹ Valores para el período Mayo 2015 a Marzo 2016, con el fin de poder representar el comportamiento de 1 año.

Estaciones de Monitoreo	Año	MPS (mg/m ² /día)	
		Media Anual	N° Muestras >150 mg/m ² /día
Ductos	2015	420	2
	2016	---	2
By-Pass 2	2015	621	3
	2016	---	2

(--) Monitoreo en desarrollo para calcular concentración media anual 2016.

Fuente: Elaboración Propia.

- Área Pampa
 - Material Particulado Respirable MP₁₀

En la Tabla 4-40 se muestran los resultados de MP₁₀ medidos en la estación Choja Sur Oriente (Campamento Pampa). Durante el año 2015 la estación presentó 173 µg/m³N para el percentil 98.

Tabla 4-40. Resumen por año MP₁₀ medido en Área Pampa.

Estaciones de Monitoreo	Año	MP ₁₀ (µg/m ³)	
		Media Anual	P98 Diario
Choja Sur Oriente	2015	49	173
	2016	---	235

(--) Monitoreo en desarrollo para calcular concentración media anual 2016.

Fuente: Elaboración Propia.

- Material Particulado Respirable MP_{2,5}

En la Tabla 4-41 se muestran los resultados de MP_{2,5} medidos en la estación Choja Sur Oriente (Campamento Pampa).

Tabla 4-41. Resumen por año MP_{2,5} medido en Área Pampa.

Estaciones de Monitoreo	Año	MP _{2,5} (µg/m ³)	
		Media Anual	P98 Diario
Choja Sur Oriente	2015	3	8
	2016	---	17

(--) Monitoreo en desarrollo para calcular concentración media anual 2016.

Fuente: Elaboración Propia.

- Área Puerto
 - Material Particulado Respirable MP₁₀

En el caso del parámetro medido MP₁₀, para las estaciones Chanavayita y Cádiz (ver Tabla 4-42), presentan valores que están por debajo del límite de la norma de carácter referencial.

Tabla 4-42. Resumen por año MP₁₀ medido en Área Puerto.

Estaciones de Monitoreo	Año	MP ₁₀ (µg/m ³)		
		Media Anual	Promedio Trianual	P98
Chanavayita	2012	33	-	86
	2013	27	-	54
	2014	31	30	95
	2015	30	29	64
	2016	---	-	36
Cádiz	2013	26	-	49
	2014	35	-	116
	2015	24	28	51
	2016	---	-	34

(--). Monitoreo en desarrollo para calcular concentración media anual 2016.

Fuente: Elaboración Propia.

Durante el año 2015, las estaciones de Cádiz y Chanavayita presentaron valores de promedio anual de 24 µg/m³N y 30 µg/m³N respectivamente, contra un valor normado referencial de 50 µg/m³N.

Asimismo, los promedios trianuales al año 2015, variaron entre 28 µg/m³N y 29 µg/m³N respectivamente, bajo la norma referencial de 50 µg/m³N.

- Material Particulado Respirable MP_{2,5}

En la Tabla 4-43 se muestran los resultados para MP_{2,5} medidos en las estaciones de Chanavayita y Cádiz pertenecientes al Área puerto..

Tabla 4-43. Resumen por año MP_{2,5} medido en Área Puerto.

Estaciones de Monitoreo	Año	MP _{2,5} (µg/m ³)		
		Media Anual	Promedio Trianual	P98 Diario
Chanavayita	2012	17	-	38
	2013	14	-	26
	2014	14	15	26
	2015	14	14	31
	2016	---	-	20

Estaciones de Monitoreo	Año	MP _{2.5} (µg/m ³)		
		Media Anual	Promedio Trianual	P98 Diario
Cáñamo	2013	12	-	20
	2014	14	-	35
	2015	12	13	25
	2016	---	-	19

(--)Monitoreo en desarrollo para calcular concentración media anual 2016.

Fuente: Elaboración Propia.

En el año 2015, las estaciones de Cáñamo y Chanavayita presentaron valores de promedio anual de 12 µg/m³N y 14 µg/m³N respectivamente contra un valor referencial normado de 20 µg/m³N.

Asimismo, los promedios trianuales al año 2015, variaron entre 13 µg/m³N y 14 µg/m³N respectivamente contra un valor referencial normado de 20 µg/m³N.

Para mayor información revisar acápite 3.2.2 “Calidad del Aire” del Capítulo 3 “Línea de Base”, del EIA.

b) Identificación del Impacto

De manera de cuantificar el efecto de las acciones y obras del Proyecto en sus tres fases (Construcción, Operación y Cierre), la modelación de Calidad del Aire²⁰ (ver Anexos 4.2.1-1 al 4.2.1-5) consideró cuatro (4) escenarios de modelación (Situación actual o caso base; Fase Construcción, Operación y Cierre), con el objetivo de estimar los aportes del Proyecto en sectores aledaños a este. Los escenarios mencionados contemplan los aportes del Proyecto de material particulado (MP₁₀, MP_{2.5} y MPS) y gases (SO₂, NO₂ y CO), considerando el peor escenario desde el punto de vista de las emisiones, asegurando el escenario de mayor emisión en cada sector del Proyecto.

Por otra parte, la modelación del escenario Situación actual evalúa la condición existente de la faena Minera Quebrada Blanca, con la finalidad de conocer los aportes reales generados por la operación actual, y así evaluar los aportes exclusivos del Proyecto en evaluación (QB2) sobre una línea base modificada (LB_M).

Esta línea base modificada (LB_M) significa que a los actuales niveles de concentraciones y/o depositaciones monitoreadas en cada una de las estaciones se le debe restar la contribución de la actual operación minera (caso base año 2015). De esta manera, se obtiene una línea base que permitirá realizar la evaluación de cada fase asociada al Proyecto en evaluación.

Es preciso señalar, que para todos los escenarios de modelación se realizó el siguiente análisis.

²⁰ Es preciso señalar que la modelación de calidad del aire se realizó con los datos y modelaciones del año 2015.

Área Mina: en los puntos receptores ubicados en el Área Mina, se realiza el análisis de cumplimiento con la normativa de carácter referencial, respecto a los aportes de material particulado respirable (MP_{10} y $MP_{2.5}$) para los puntos receptores de Chiclla, Copaquiri y Choja, debido a que estos sectores corresponden a asentamientos humanos.

También se revisaron los aportes recibidos en el campamento Tambo-Tarapacá y el campamento Concentradora, los cuales estarán operativos el año modelado, coincidente con el peor escenario desde el punto de vista de las emisiones del Proyecto (año 3 fase de construcción). El campamento original (Pionero), representado por la estación Quebrada Blanca no es evaluado, ya que su uso está discontinuado como campamento desde el año 2013, y será utilizado solo durante el inicio de la fase de construcción (años 1 y 2), para alojar a los trabajadores involucrados en las actividades de habilitación de las instalaciones de faena y construcción del campamento Concentradora”. La modelación (Anexo 4.2.1-2, Anexo 4.2.1-3 y Anexo 4.2.1-4) determina concentraciones extramuros y luego, mediante el análisis de correlación de datos extramuros intramuros medidos en la línea de base, se estiman los valores intramuros proyectados (ver Anexo 4.2.1-5).

El análisis sobre el efecto en formaciones vegetales, se realizó a partir de los aportes en los receptores Área Mina en los Puntos N° 1, 2, 4 y 5, y Copaquiri, por ser estos receptores que se encuentran cercanos a formaciones vegetales de interés, y por ser puntos de monitoreo de Material Particulado Sedimentable (MPS).

Respecto a las emisiones de gases (SO_2 , NO_2 , CO), el análisis se realizó a partir de la estación de monitoreo ubicada en el Campamento Tambo-Tarapacá.

Área Obras Lineales: de los puntos receptores ubicados en el Área Obras Lineales se realizó el análisis con relación a la normativa de carácter referencial, respecto a los aportes de material particulado respirable (MP_{10} y $MP_{2.5}$) para los puntos receptores de Victoria, Colonia Pintados y Tamentica, los cuales corresponden a los asentamientos humanos más próximos a las obras y/o acciones del Proyecto.

También, se realizó el análisis sobre el efecto en formaciones vegetales. Esta se realiza a partir de los aportes de MPS en los puntos Tamarugal – MPS (PQ1 al PQ4), en las estaciones Pintados MPS PINT (N°1 a la N° 4), la estación Ductos, las estaciones de Tamentica N°1 y N°2 y la estación By-Pass N°2.

Área Pampa: para esta área se analizaron los aportes de material particulado (MP_{10} y $MP_{2.5}$) para el punto receptor Choja Sur Oriente, donde se proyecta la ubicación del Campamento Pampa. La evaluación se realizó a través de la relación intramuros de los monitoreo realizados en la estación Tambo-Tarapacá del Área Mina.

No se evalúan efectos sobre formaciones vegetales, dado que no se identifican receptores sensibles en el Área Pampa.

Cabe destacar, que al igual que el área Obras Lineales no se monitoreó gases debido a la lejanía de las principales fuentes emisoras de gases las que se encuentran principalmente en el Área Mina.

Área Puerto: para esta área se analiza el cumplimiento de la normativa de carácter referencial, de los aportes de material particulado (MP_{10} y $MP_{2.5}$) para los puntos receptores de Chanavayita y Cãñamo.

Como no se detectaron receptores sensibles vegetales, no se incorporó el monitoreo ni la evaluación de MPS en esta área.

A continuación, se presenta el análisis de cumplimiento para cada escenario de modelación.

b.1) Modelación Escenario Situación Actual

A fin de comparar períodos similares de tiempo en las distintas estaciones de monitoreo, se utiliza el criterio de uso año calendario (Enero – Diciembre del 2015) en forma ideal. No obstante, en aquellas variables que se iniciaron mediciones durante al año 2015, se hará uso de información disponible del año 2016 para completar el periodo de un año..

- Área Mina

A partir de los resultados presentados en la Modelación del Escenario Actual para el Área Mina (ver Anexo 4.2.1-1), es posible establecer que el Proyecto no superará los límites establecidos en la normativa referencial para cada parámetro analizado (MP_{10} , $MP_{2.5}$ y Gases). Respecto a las concentraciones de MPS, los niveles registrados en la Línea de Base (estaciones de monitoreo) superan los límites establecidos en la normativa de referencia. Si bien el aporte del Proyecto respecto a estas concentraciones es menor, el Proyecto reconoce afectación a las formaciones vegetacionales por la generación de emisiones de MPS.

- Material Particulado Respirable MP_{10}

La Tabla 4-44 permite establecer que el Proyecto en el escenario Situación Actual (año 2015) alcanza su aporte con valores máximos de $1,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para el promedio del año, correspondientes al 3,2% del valor de la norma referencial sobre el promedio del período para MP_{10} en la estación de Chiclla, mientras que para el percentil 98, los valores diarios máximos del aporte del Proyecto alcanzan a $8,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, correspondientes a un 5,3% del valor de la norma diaria de MP_{10} para la estación de Chiclla.

Conforme a lo anterior y a partir de los resultados presentados en la Modelación del Caso Base (Anexo 4.2.1-1), es posible establecer que los aportes del Proyecto para este escenario de modelación, no superan los límites establecidos en el D.S. N° 59/1998.

Tabla 4-44. Análisis Comparativo con Normativa Referencial de MP₁₀ “Escenario Situación Actual Área Mina”.

Punto de Análisis	Estadístico	LB ²¹ µg/m ³	AP _{SA} ²² µg/m ³	LB _M ²³ µg/m ³	Norma µg/m ³	% Norma LB _M	% Norma AP _{SA}
Chiclla	Promedio del año	7	1,6	5,4	50	14,0	3,2
	Percentil 98 Diario	19	8,0	11,0	150	12,7	5,3
Choja	Promedio del año	17	1,3	15,7	50	34,0	2,6
	Percentil 98 Diario	66	5,4	60,6	150	44,0	3,6
Copaquiri	Promedio del año	17	1,5	15,5	50	34,0	3,0
	Percentil 98 Diario	52	7,7	44,3	150	34,7	5,1

Fuente: Modelación de Calidad del Aire (Anexo 4.2.1-1).

Por otra parte, en la Tabla 4-45 se presentan los aportes para los campamentos mineros en el Área Mina, entre los cuales se presentan valores máximos de 13 µg/m³ para el promedio del año y 57 de µg/m³ para el percentil 98, ambos valores máximos se registran en la estación Campamento Construcción.

Tabla 4-45. Resultados de MP₁₀ Campamentos Mineros “Escenario Situación Actual Área Mina”.

Punto de Análisis	Estadístico	LB µg/m ³	AP _{SA} ²⁴ µg/m ³	LB _M ²⁵ µg/m ³
Campamento Tambo-Tarapacá	Promedio del año	27	11,2	15,8
	Percentil 98 Diario	76	38,3	37,7
Campamento Construcción	Promedio del año	20	13,0	7,0
	Percentil 98 Diario	87	57,0	30,0

Fuente: Modelación de Calidad del Aire (Anexo 4.2.1-1).

- Material Particulado Respirable Fino MP_{2,5}

La Tabla 4-46 permite establecer que los aportes del Proyecto alcanzan valores máximos de 0,3 µg/m³N para el promedio del período, en todas las estaciones representativas de las localidades aledañas al Área Mina, valores que corresponde a un 1,5% de la norma referencial para el promedio del año evaluado.

Por su parte, los aportes máximos diarios del Proyecto (percentil 98) alcanzan a 1,7 µg/m³N, los que corresponden a un 3,4% de la norma diaria de referencia de MP_{2,5}. A partir de lo anterior y de los resultados presentados en el Anexo 4.2.1-1, es posible establecer que los aportes del

²¹ LB: Línea de Base²² AP_{SA}: Aporte Situación Actual²³ LB_M: Línea de Base Modificada²⁴ AP_{SA}: Aporte Situación Actual²⁵ LB_M: Línea de Base Modificada

Proyecto para este escenario de modelación, para ambos estadísticos de evaluación, no se superan los límites establecidos en el D.S. N° 12/2011.

Tabla 4-46. Análisis Comparativo con Normativa Referencial de MP_{2.5} “Escenario Situación Actual Área Mina”.

Punto de Análisis	Estadístico	LB µg/m ³	AP _{SA} µg/m ³	LB _M µg/m ³	Norma µg/m ³	% Norma LB _M	% Norma AP _{SA}
Chiclla	Promedio del año	1	0,3	0,7	20	5,0	1,5
	Percentil 98 Diario	2	1,2	0,8	50	4,0	2,4
Choja	Promedio del año	1	0,3	0,7	20	5,0	1,5
	Percentil 98 Diario	3	1,2	1,8	50	6,0	2,4
Copaquiri	Promedio del año	2	0,3	1,7	20	10,0	1,5
	Percentil 98 Diario	7	1,7	5,3	50	14,0	3,4

Fuente: Modelación de Calidad del Aire (Anexo 4.2.1-1).

Por otra parte, en la Tabla 4-47 se muestran los aporte de MP_{2.5} para los campamentos en el Área Mina, los cuales presentan valores máximos de 2 µg/m³ para el promedio anual y 8,8 µg/m³ para el percentil 98, valores de la estación de Campamento Construcción.

Tabla 4-47. Análisis Resultados de MP_{2.5} Campamentos Mineros “Escenario Situación Actual Área Mina”.

Punto de Análisis	Estadístico	LB µg/m ³	AP _{SA} µg/m ³	LB _M µg/m ³
Campamento Tambo-Tarapacá	Promedio del año	10	1,4	8,6
	Percentil 98 Diario	45	5,2	39,8
Campamento Construcción	Promedio del año	10	2	8
	Percentil 98 Diario	41	8,8	32,2

Fuente: Modelación de Calidad del Aire (Anexo 4.2.1-1).

- Material Particulado Sedimentable

A partir de la Tabla 4-48 es posible establecer que los aportes del Proyecto respecto a las concentraciones de material particulado sedimentable se encuentran por debajo de la normativa de referencia (D.S. N° 04/1992). Sin perjuicio a lo anterior, es preciso señalar que los elevados niveles registrados en la Línea de Base (para algunas estaciones de monitoreo) superan los límites establecidos en la normativa de referencia.

Tabla 4-48. Análisis Comparativo con Normativa Referencial MPS, “Escenario Situación Actual Área Mina”.

Punto de Análisis	Estadístico	LB mg/m ² /día	AP _{SA} mg/m ² /día	LB _M mg/m ² /día	Norma mg/m ² /día	% Norma LB _M	% Norma AP _{SA}
Punto 1	Promedio del año	73	27,7	45,30	100	73	28

Punto de Análisis	Estadístico	LB mg/m ² /día	AP _{SA} mg/m ² /día	LB _M mg/m ² /día	Norma mg/m ² /día	% Norma LB _M	% Norma AP _{SA}
	Media Mensual	220	51,2	168,8	150	146	34
Punto 2	Promedio del año	135	19,5	115,5	100	135	20
	Media Mensual	757	49	708	150	505	33
Punto 4	Promedio del año	96	14,8	81,2	100	96	15
	Media Mensual	273	33,1	239,9	150	182	22
Punto 5	Promedio del año	95	88,8	6,2	100	95	89
	Media Mensual	182	270	0	150	121	180
Copaquiri	Promedio del año	907	1,8	905,2	100	907	2
	Media Mensual	2417	3,7	2.413,3	150	1.611	2

Fuente: Modelación de Calidad del Aire (Anexo 4.2.1-1).

Si bien, el aporte del Proyecto respecto a estas concentraciones está por debajo de la Norma de referencia, el Proyecto reconoce afectación a las formaciones vegetacionales por la generación de emisiones de MPS.

- Gases

La Tabla 4-49 muestra los aportes del Proyecto en la situación actual para los gases SO₂, NO₂ y CO en la estación Campamento Tambo-Tarapacá.

Tabla 4-49. Análisis de Resultados de Gases para Estación Tambo-Tarapacá, “Escenario Situación Actual Área Mina”.

Estación	Contaminante	Métrica	Tipo de Norma	Gases (µg/m ³) %		
				LB	AP _{SA}	LB _M
Campamento Tambo	SO ₂	P99 24 horas	Primaria	30	7,2	22,8
		Media Anual	Primaria	8	1,2	6,8
		P99.7 24 horas	Secundaria	35	10,7	24,3
		P99.73 1 hora	Secundaria	74	48,7	25,3
	NO ₂	P99 1 hora	Primaria	94	24,6	69,4
		Media Anual	Primaria	9	0,5	8,5
	CO	P99 1 hora	Primaria	1077	32,3	1044,7
		P99 8 horas	Primaria	971	9,6	961,4

Fuente: Modelación de Calidad del Aire (Anexo 4.2.1-1).

- Área Obras Lineales

A partir de los resultados presentados en la Modelación del Escenario Actual para el Área Obras Lineales (Anexo 4.2.1-1), es posible establecer que el Proyecto no supera los límites establecidos en la normativa de referencia para cada parámetro analizado (MP₁₀ y MP_{2,5}). Respecto a las concentraciones de MPS, los niveles registrados en la Línea de Base (estaciones de monitoreo) superan los límites establecidos en la normativa de referencia. Si bien, el aporte del Proyecto

respecto a estas concentraciones es menor, el Proyecto reconoce afectación a las formaciones vegetacionales por la generación de emisiones de MPS.

- Material Particulado Respirable MP₁₀

La Tabla 4-50 permite establecer que el Proyecto en el Escenario Actual (año 2015) para el área de Obras Lineales alcanza su aporte con valores máximos de 2,2 µg/m³ para el promedio del periodo, correspondientes al 4,4% del valor de la norma de referencia sobre el promedio del período para MP₁₀ en la estación Victoria. Mientras que para el percentil 98 los valores diarios máximos del aporte del Proyecto alcanzan a 6,1 µg/m³, correspondientes a un 4,1% del valor de la norma de referencia diaria de MP₁₀, dichos valores son registrados en la estación Tamentica. Conforme a lo anterior, y a partir de los resultados presentados en el Anexo 4.2.1-1, es posible establecer que los aportes del Proyecto para este escenario de modelación, no superan los límites establecidos en el D.S. N° 59/1998.

Tabla 4-50. Análisis Comparativo con Normativa Referencial de MP₁₀, “Escenario Situación Actual Área Obras Lineales”.

Punto de Análisis	Estadístico	LB µg/m ³	AP _{SA} µg/m ³	LB _M µg/m ³	Norma µg/m ³	% Norma LB _M	% Norma AP _{SA}
Victoria	Promedio del año	31	2,2	28,8	50	62,0	4,4
	Percentil 98 Diario	79	4,2	74,8	150	52,7	2,8
Colonia Pintados	Promedio del año	47	1,4	45,6	50	94,0	2,8
	Percentil 98 Diario	107	3	104	150	71,3	2,0
Tamentica	Promedio del año	17	1,6	15,4	50	34,0	3,2
	Percentil 98 Diario	79	6,1	72,9	150	52,7	4,1

Fuente: Modelación de Calidad del Aire (Anexo 4.2.1-1).

- Material Particulado Respirable Fino MP_{2,5}

La Tabla 4-51 permite establecer que los mayores aportes del Proyecto alcanzan valores máximos de 0,6 µg/m³N para el promedio de periodo, correspondiendo al 3% de la norma de referencia primaria respecto a las concentraciones de MP_{2,5} anuales registrados en la estación de Victoria. Por otra parte, los mayores aportes diarios del Proyecto (percentil 98) alcanzan 1,3 µg/m³N, los que corresponden a un 2,6% de la norma referencial diaria de MP_{2,5}, registrado en la estación Tamentica. A partir de lo anterior, y de los resultados presentados en el Anexo 4.2.1-1 es posible establecer que los aportes del Proyecto para este escenario de modelación para ambos estadísticos de evaluación, no superan los límites establecidos en el D.S. N° 12/2011.

Tabla 4-51. Análisis Comparativo con Normativa Referencial de MP_{2.5} “Escenario Situación Actual Área Obras Lineales”.

Punto de Análisis	Estadístico	LB µg/m ³	AP _{SA} µg/m ³	LB _M µg/m ³	Norma µg/m ³	% Norma LB _M	% Norma AP _{SA}
Victoria	Promedio del año	6	0,6	5,4	20	30	3
	Percentil 98 Diario	11	1,2	9,8	50	22	2,4
Colonia Pintados	Promedio del año	5	0,4	4,6	20	25	2
	Percentil 98 Diario	14	0,8	13,2	50	28	1,6
Tamentica	Promedio del año	3	0,3	2,7	20	15	1,5
	Percentil 98 Diario	9	1,3	7,7	50	18	2,6

Fuente: Modelación de Calidad del Aire Situación Actual (Anexo 4.2.1-1).

- Material Particulado Sedimentable

A partir de la Tabla 4-52 es posible establecer que los aportes del Proyecto respecto a las concentraciones de material particulado sedimentable no constituyen un valor sustancial y estos se encuentran por debajo de la normativa de referencia (D.S. N° 04/1992). Sin perjuicio de lo anterior, es preciso señalar que los elevados niveles registrados en la Línea de Base (estaciones de monitoreo) superan los límites establecidos en la normativa de referencia.

Tabla 4-52. Análisis de Cumplimiento de Normativa Referencial MPS, “Escenario situación actual, Estaciones Área Obras Lineales”.

Punto de Análisis	Estadístico	LB mg/m ² -día	AP _{SA} mg/m ² -día	LB _M mg/m ² -día	Norma mg/m ² -día	% Norma LB _M	% Norma AP _{SA}
Tamarugal-MPS PQ1	Promedio del año	63	0,5	62,5	100	63	1
	Media Mensual	105	0,8	104,2	150	70	1
Tamarugal-MPS PQ2	Promedio del año	60	0,5	59,5	100	60	1
	Media Mensual	106	0,7	105,3	150	71	0
Tamarugal-MPS PQ3	Promedio del año	95	0,5	94,5	100	95	1
	Media Mensual	152	0,7	151,3	150	101	0
Tamarugal-MPS PQ4	Promedio del año	61	0,5	60,5	100	61	1
	Media Mensual	90	0,7	89,3	150	60	0
Pintados-MPS PINT 1	Promedio del año	111	0,9	110,1	100	111	1
	Media Mensual	248	1	247	150	165	1
Pintados-MPS PINT 2	Promedio del año	99	0,7	98,3	100	99	1
	Media Mensual	210	0,9	209,1	150	140	1
Pintados-MPS PINT 3	Promedio del año	117	0,7	116,3	100	117	1
	Media Mensual	208	0,8	207,2	150	139	1
Pintados-MPS PINT 4	Promedio del año	71	0,7	70,3	100	71	1
	Media Mensual	132	0,8	131,2	150	88	1
Ductos	Promedio del año	420	0,1	419,9	100	420	0
	Media Mensual	1916	0,2	1915,8	150	1.277	0
Tamentica 1	Promedio del año	461	0,8	460,2	100	461	1

Punto de Análisis	Estadístico	LB mg/m ² -día	AP _{SA} mg/m ² -día	LB _M mg/m ² -día	Norma mg/m ² -día	% Norma LB _M	% Norma AP _{SA}
	Media Mensual	2033	1,2	2031,8	150	1.355	1
Tamentica 2	Promedio del año	477	0,8	476,2	100	477	1
	Media Mensual	1.958	1,1	1956,9	150	1.305	1
By-Pass 2	Promedio del año	621	8,6	612,4	100	621	9
	Media Mensual	2.598	15,6	2582,4	150	1.732	10

Fuente: Modelación de Calidad del Aire Situación Actual (Anexo 4.2.1-1).

Si bien el aporte del Proyecto respecto a estas concentraciones es menor, el Proyecto reconoce afectación a las formaciones vegetacionales por la generación de emisiones de MPS.

- Área Pampa

A partir de los resultados presentados en la Modelación del Escenario Actual para el Área Pampa (ver Anexo 4.2.1-1), es posible establecer que los aportes del Proyecto son bajos y que las altas concentraciones se deben a los altos valores de línea de base, producto de las condiciones naturales del área.

- Material Particulado Respirable MP₁₀

La Tabla 4-53 permite establecer que el Proyecto en el escenario Situación Actual (año 2015) la estación de Choja Sur Oriente (Campamento Pampa) alcanza su aporte con valores máximos de 1,4 µg/m³ para el promedio del año. Mientras que para el percentil 98, los valores diarios del aporte del Proyecto alcanzan a 4,6 µg/m³.

Tabla 4-53. Resultados Vigente de MP₁₀, “Escenario Situación Actual Área Pampa”.

Punto de Análisis	Estadístico	LB µg/m ³	AP _{SA} µg/m ³	LB _M µg/m ³
Choja Sur Oriente	Promedio del año	49	1,4	47,6
	Percentil 98 Diario	173	4,6	168,4

Fuente: Modelación de Calidad del Aire Situación Actual (Anexo 4.2.1-1).

- Material Particulado Respirable Fino MP_{2.5}

La Tabla 4-54 permite establecer que los aportes del Proyecto alcanzan valores máximos de 0,3 µg/m³N para el promedio del año. Por otra parte, los aportes diarios del Proyecto (percentil 98) alcanzan a 1,2 µg/m³N.

Tabla 4-54. Resultado Vigente de MP_{2.5} “Escenario Situación Actual Área Pampa”

Punto de Análisis	Estadístico	LB µg/m ³	AP _{SA} µg/m ³	LB _M µg/m ³
	Promedio del año	3	0,3	2,7

Punto de Análisis	Estadístico	LB $\mu\text{g}/\text{m}^3$	AP _{SA} $\mu\text{g}/\text{m}^3$	LB _M $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Choja Sur Oriente ²⁶	Percentil 98 Diario	8	1,2	6,8

Fuente: Modelación de Calidad del Aire Situación Actual (Anexo 4.2.1-1).

- Área Puerto

A partir de los resultados presentados en la Modelación del Escenario Actual para el Área Puerto (ver Anexo 4.2.1-1), es posible establecer que el Proyecto no superará los límites establecidos en la normativa de referencia para cada parámetro analizado (MP₁₀, MP_{2.5}).

- Material Particulado Respirable MP₁₀

La Tabla 4-55 permite establecer que el Proyecto en el Escenario Actual (año 2015) para el área de Puerto alcanza aportes con valores máximos de 0,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para el promedio del periodo, correspondientes al 2% del valor de la norma referencial sobre el promedio del período para MP₁₀. Mientras que para el percentil 98, los valores diarios del aporte del Proyecto alcanzan a 1,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, correspondientes a un 1% del valor de la norma diaria referencial de MP₁₀. Conforme a lo anterior y a partir de los resultados presentados en el Anexo 4.2.1-1, es posible establecer que los aportes del Proyecto para este escenario de modelación, no superan los límites establecidos en el D.S. N° 59/1998.

Tabla 4-55. Análisis Comparativo con Normativa Referencial MP₁₀, “Escenario Situación Actual Área Puerto”.

Punto de Análisis	Estadístico	LB $\mu\text{g}/\text{m}^3$	AP _{SA} $\mu\text{g}/\text{m}^3$	LB _M $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Norma $\mu\text{g}/\text{m}^3$	% Norma LB _M	% Norma AP _{SA}
Chanavayita	Promedio del año	30	0,8	29,2	50	60	2
	Percentil 98 Diario	64	1,5	62,5	150	43	1
Cáñamo	Promedio del año	24	0,4	23,6	50	48	1
	Percentil 98 Diario	51	1,1	49,9	150	34	1

Fuente: Elaboración Propia, a partir de los resultados de la Modelación de Calidad del Aire

- Material Particulado Respirable Fino MP_{2.5}

La Tabla 4-56 permite establecer que los aportes del Proyecto alcanzan valores máximos de 0,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para el promedio de periodo, correspondiendo este al 1% de la norma referencial respecto a las concentraciones de MP_{2.5} anuales. Por otra parte, los aportes diarios del Proyecto (percentil 98) alcanzan a 0,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, los que corresponden a un 1% de la norma referencial diaria de MP_{2.5}. A partir de lo anterior y de los resultados presentados en el Anexo 4.2.1-1, es posible establecer que los aportes del Proyecto para este escenario de modelación, para ambos estadísticos de evaluación, no superan los límites establecidos en el D.S. N° 12/2011.

²⁶ Corresponde al campamento Pampa, el cual estará operativo solo en la fase de construcción.

Tabla 4-56. Análisis Comparativo con Normativa Referencial MP_{2.5} “Escenario Situación Actual Área Puerto”.

Punto de Análisis	Estadístico	LB µg/m ³	AP _{SA} µg/m ³	LB _M µg/m ³	Norma µg/m ³	% Norma LB _M	% Norma AP _{SA}
Chanavayita	Promedio del año	14	0,2	13,8	20	70	1
	Percentil 98 Diario	31	0,4	30,6	50	62	1
Cáñamo	Promedio del año	12	0,1	11,9	20	59	1
	Percentil 98 Diario	25	0,2	24,8	50	50	1

Fuente: Elaboración Propia, a partir de los resultados de la Modelación de Calidad del Aire.

b.2) Modelación Escenario Fase Construcción

A fin de comparar períodos similares de tiempo en las distintas estaciones de monitoreo, se utiliza el criterio de uso año calendario (Enero – Diciembre del 2015) en forma ideal. No obstante, en aquellas variables que se iniciaron mediciones durante al año 2015, se hará uso de información disponible del año 2016 para completar el periodo de un año.

- Área Mina

A partir de los resultados presentados en la Modelación del Escenario Fase de Construcción para el Área Mina (ver Anexo 4.2.1-2), es posible determinar que no se superarán los límites referenciales establecidos para los parámetros MP₁₀ MP_{2.5} y Gases. Respecto a las concentraciones de MPS, los niveles registrados en la Línea de Base (estaciones de monitoreo) superan los límites establecidos en la normativa de referencia. Si bien, el aporte del Proyecto respecto a estas concentraciones es bajo, se reconoce afectación a las formaciones vegetales por la generación de emisiones de MPS.

Adicionalmente, se analizaron los aportes recibidos en los campamentos mineros: Campamento Tambo-Tarapacá (Estación Campamento 1700) y Campamento Construcción (Campamento Concentradora). Para los cuales la modelación (Anexo 4.2.1-2) determina concentraciones extramuros y luego, mediante el análisis de correlación de datos extramuros-intramuros medidos en la línea de base, se estiman los valores intramuros proyectados (ver Anexo 4.2.1-5). Para el caso del Campamento Original (Pionero) no se considera en la presente evaluación debido a que solo estará operando los primeros 2 años de la fase construcción (mientras se construye el campamento de Construcción), por lo cual no estará operando en el año que se modelaron las condiciones de calidad del aire (año 3), el cual es el año más desfavorable en términos de las emisiones.

- Material Particulado Respirable MP₁₀

La Tabla 4-57 permite establecer que el Proyecto en la fase de Construcción (año 3, más desfavorable, mayores emisiones), las concentraciones de MP₁₀ para el Área Mina alcanzan un

aporte máximo de 1,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para el promedio anual, correspondientes al 4% del valor de la norma referencial, en la estación Copaquiri. Mientras que para el percentil 98, los valores diarios máximos del aporte del Proyecto alcanzan a 8,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, correspondientes a un 5% del valor de la norma referencial diaria de MP_{10} , en la estación de Copaquiri. Conforme a lo anterior y a partir de los resultados presentados en el Anexo 4.2.1-2, es posible establecer que los aportes del Proyecto para este escenario de modelación, no superan los límites establecidos en la normativa referencial (D.S. N° 59/1998).

Tabla 4-57. Análisis Comparativo con Normativa Referencial MP_{10} , “Escenario Fase Construcción Área Mina”.

Punto de Análisis	Estadístico	LB^{27} $\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\text{AP}_{\text{SA}}^{28}$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	LB_M^{29} $\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\text{AP}_{\text{FCO}}^{30}$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	LB_M + AP_{FCO} $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Norma $\mu\text{g}/\text{m}^3$	% Norma AP_{FCO}	% Norma LB_M + AP_{FCO}
Chiclla	Promedio del año	7,0	1,6	5,4	1,2	6,6	50	2	13
	Percentil 98 Diario	19,0	8,0	11,0	4,2	15,2	150	3	10
Choja	Promedio del año	17,0	1,3	15,7	1,1	16,8	50	2	34
	Percentil 98 Diario	66,0	5,4	60,6	4,0	64,6	150	3	43
Copaquiri	Promedio del año	17,0	1,5	15,5	1,8	17,3	50	4	35
	Percentil 98 Diario	52,0	7,7	44,3	8,2	52,5	150	5	35

Fuente: Modelación Calidad del Aire Fase Construcción (Anexo 4.2.1-2).

En la Tabla 4-58 se muestran los resultados de la modelación de la fase de Construcción para los campamentos mineros del Área Mina. Teniendo en cuenta que el análisis de extrapolación de los monitoreos de MP_{10} intramuros en las habitaciones del campamento Tambo-Tarapacá realizadas el año 2015, arrojaron como resultado que las concentraciones en promedio disminuyen un 70% en comparación con las externas, es posible proyectar que las concentraciones intramuros estarían bajo los valores referenciales de 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para el percentil 98 y de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para el promedio del año. En el Anexo 4.2.1-5 se detalla la relación de las mediciones intramuros y las exteriores.

Tabla 4-58. Resultados MP_{10} Campamentos “Escenario Fase Construcción Área Mina”.

Punto de Análisis	Estadístico	LB $\mu\text{g}/\text{m}^3$	AP_{SA} $\mu\text{g}/\text{m}^3$	LB_M $\mu\text{g}/\text{m}^3$	AP_{FCO} $\mu\text{g}/\text{m}^3$	LB_M + AP_{FCO} $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Resultados Aportes Intramuros $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Promedio del año	27	11,2	15,8	2,9	18,7	5,6

²⁷ LB: Línea de Base

²⁸ AP_{SA} : Aporte Situación Actual

²⁹ LB_M : Línea de Base Modificada

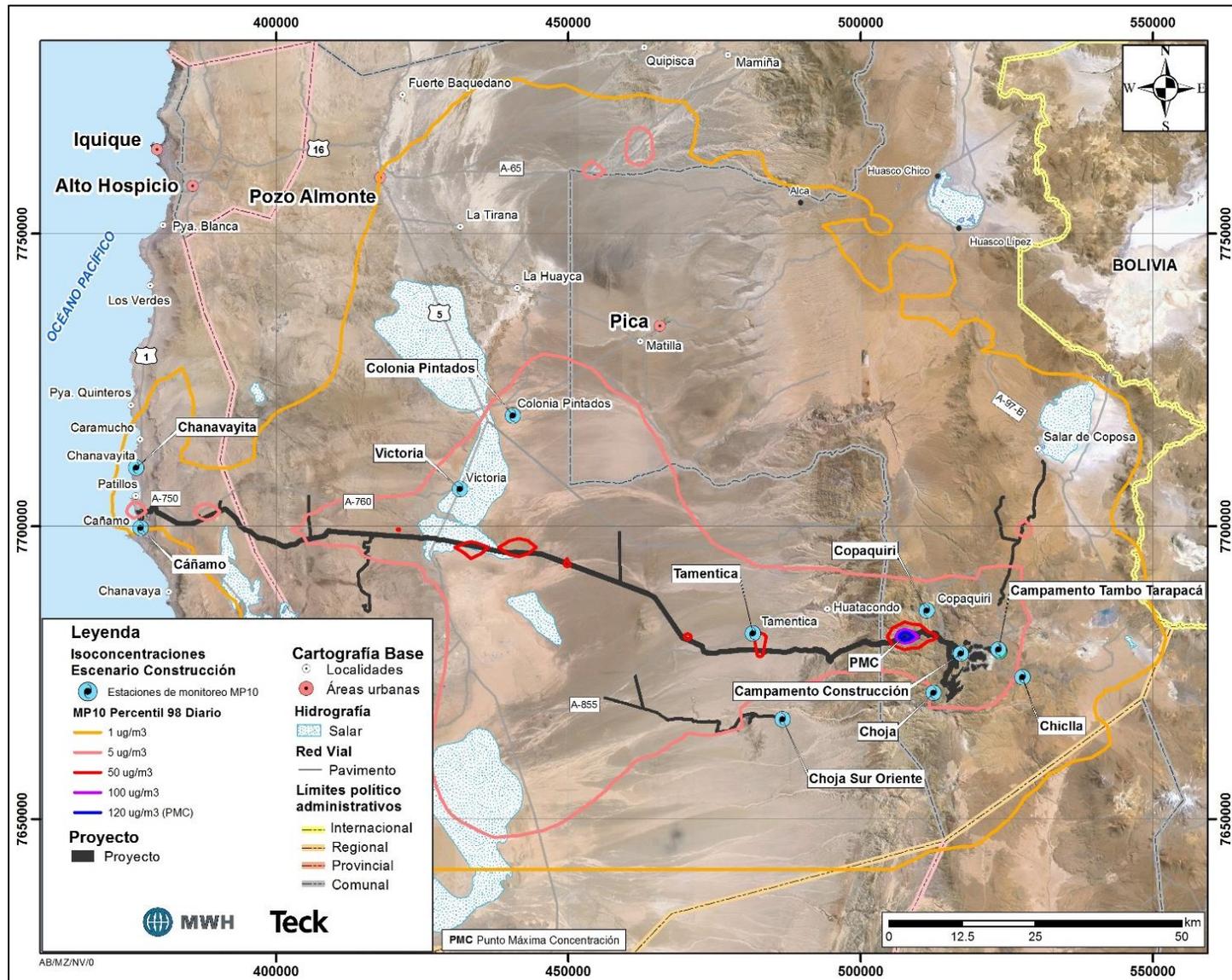
³⁰ AP_{FCO} : Aporte Proyecto Fase Construcción

Punto de Análisis	Estadístico	LB $\mu\text{g}/\text{m}^3$	AP _{SA} $\mu\text{g}/\text{m}^3$	LB _M $\mu\text{g}/\text{m}^3$	AP _{FCO} $\mu\text{g}/\text{m}^3$	LB _M + AP _{FCO} $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Resultados Aportes Intramuros $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Campamento Tambo-Tarapacá	Percentil 98 Diario	76	38,3	37,7	8,7	46,4	13,9
Campamento Construcción	Promedio del año	20	13	7	25,9	32,9	9,9
	Percentil 98 Diario	87	57	30	107,7	137,7	41,3

Fuente: Modelación Calidad del Aire Fase Construcción (Anexo 4.2.1-2).

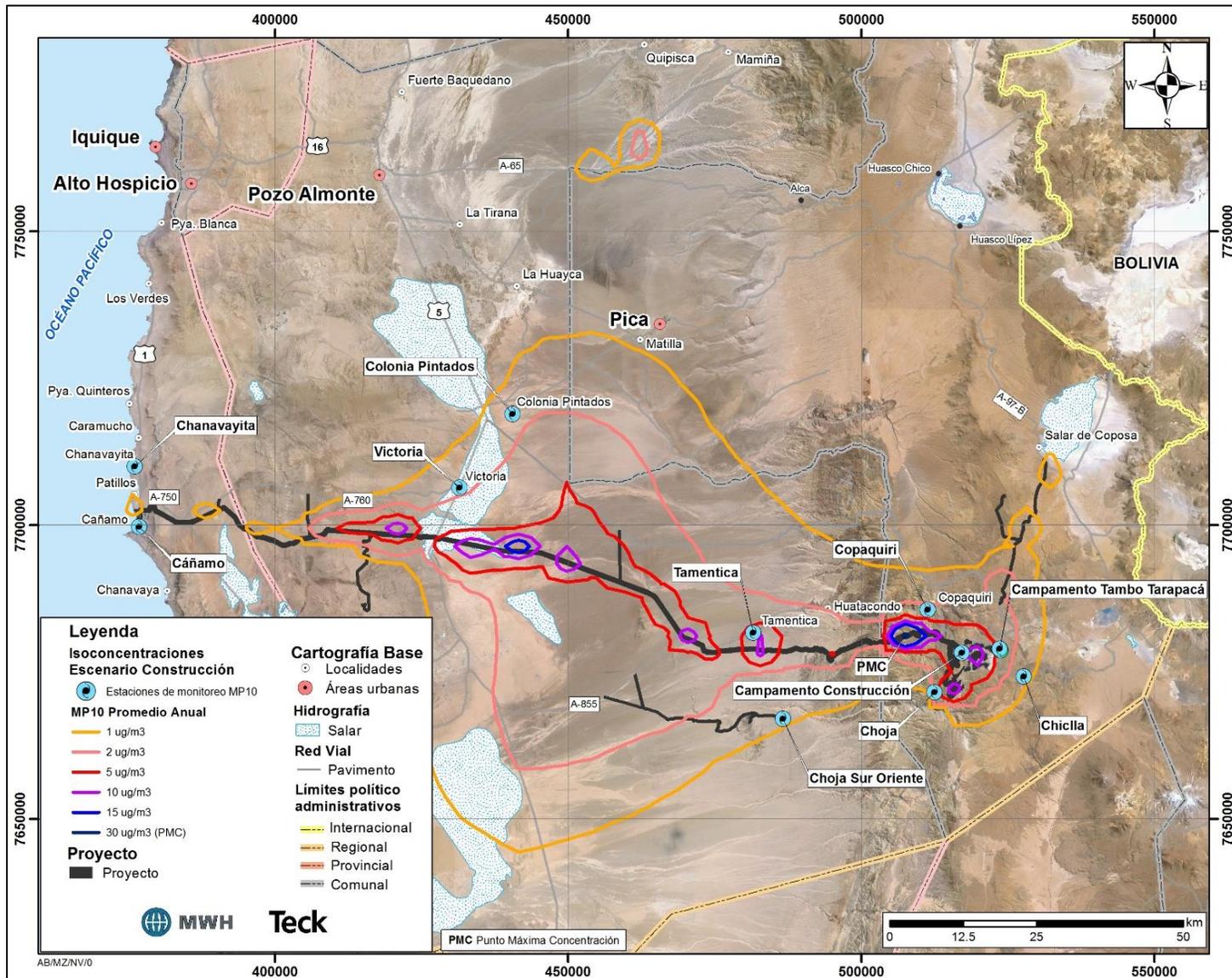
Los mapas de isoconcentraciones de MP_{10} (Figura 4-3 y Figura 4-4) para este escenario de modelación, permiten visualizar el punto de máxima concentración (PMC) de los aportes de MP_{10} del Proyecto durante la fase de Construcción, en su escenario más desfavorable respecto a sus emisiones. Cabe destacar que los niveles máximos de aportes se concentran en el Área Mina, de lo anterior se concluye que no se producirán alteraciones significativas de las actuales condiciones basales de calidad del aire de las localidades cercanas (evaluadas a través de las estaciones monitoras) respecto de las emisiones generadas por el Proyecto durante la fase de Construcción.

Figura 4-3. Isoconcentración MP₁₀ Percentil 98 Diario Escenario Fase Construcción.



Fuente: Modelación de Calidad del Aire Fase de Construcción (Anexo 4.2.1-2).

Figura 4-4. Isoconcentración MP₁₀ Promedio Anual Escenario Fase Construcción.



Fuente: Modelación de Calidad del Aire Fase de Construcción (Anexo 4.2.1-2).

- Material Particulado Respirable Fino MP_{2.5}

La Tabla 4-59 permite establecer que los aportes del Proyecto en la Fase de Construcción para el área mina, los cuales alcanzan valores máximos de 0,4 µg/m³N para el promedio del año, correspondiendo este al 2% de la norma primaria referencial respecto a las concentraciones de MP_{2.5} anuales para la estación de Copaquiri. Por otra parte, los aportes diarios del Proyecto (percentil 98) alcanzan como valor máximo 1,6 µg/m³N, los que corresponden a un 3% de la norma referencial diaria de MP_{2.5}, registrada en la estación de Chiclla. A partir de lo anterior, y de los resultados presentados en el Anexo 4.2.1-2, es posible establecer que los aportes del Proyecto para este escenario de modelación no superan los límites establecidos en el D.S. N° 12/2011.

Tabla 4-59. Análisis Comparativo con Normativa Referencial MP_{2.5} “Escenario Fase Construcción Área Mina”.

Punto de Análisis	Estadístico	LB µg/m ³	AP _{SA} µg/m ³	LB _M µg/m ³	AP _{FCO} µg/m ³	LB _M + AP _{FCO} µg/m ³	Norma µg/m ³	% Norma AP _{FCO}	% Norma LB _M + AP _{FCO}
Chiclla	Promedio del Año	1	0,3	0,7	0,3	1	20	2	5
	Percentil 98 Diario	2	1,2	0,8	1,6	2,4	50	3	5
Choja	Promedio del Año	1	0,3	0,7	0,3	1	20	2	5
	Percentil 98 Diario	3	1,2	1,8	1,1	2,9	50	2	6
Copaquiri	Promedio del Año	2	0,3	1,7	0,4	2,1	20	2	11
	Percentil 98 Diario	7	1,7	5,3	1,5	6,8	50	3	14

Fuente: Modelación Calidad del Aire Fase Construcción (Anexo 4.2.1-2).

Por otra parte, en la Tabla 4-60 se muestran los resultados de MP_{2.5} para los campamentos mineros del Área Mina. Teniendo en cuenta que el análisis de extrapolación de los monitoreos de MP₁₀ intramuros en las habitaciones del campamento Tambo-Tarapacá realizadas el año 2015 arrojaron como resultado que las concentraciones en promedio disminuyen un 70% en comparación con las externas, y que las emisiones de MP₁₀ y MP_{2.5} tiene un comportamiento razonable en sus concentraciones, es posible estimar que las concentraciones intramuros serán menores a los valores referenciales de 50 µg/m³ para el percentil 98 y de 20 µg/m³ para el promedio del año. En el Anexo 4.2.1-5 se detalla la relación de las mediciones intramuros y las exteriores.

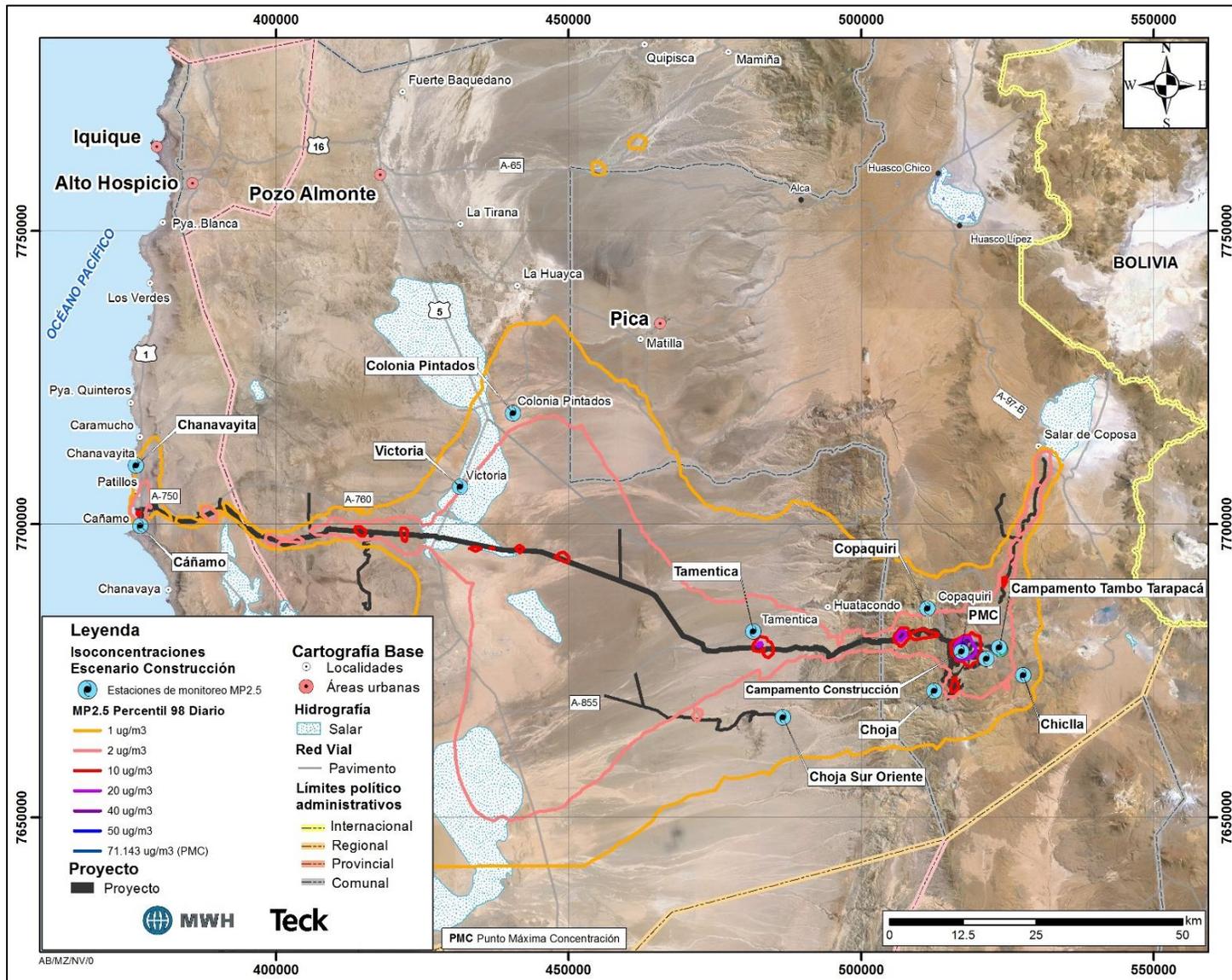
Tabla 4-60. Resultados MP_{2.5} Campamentos “Escenario Fase Construcción Área Mina”.

Punto de Análisis	Estadístico	LB µg/m ³	AP _{SA} µg/m ³	LB _M µg/m ³	AP _{FCO} µg/m ³	LB _M + AP _{FCO} µg/m ³	Extrapolación Intramuros µg/m ³
Campamento Tambo-Tarapacá	Promedio del Año	10	1,4	8,6	0,8	9,40	2,82
	Percentil 98 Diario	45	5,2	39,8	3,2	43,0	12,9
Campamento Construcción	Promedio del Año	10	2	8	12,1	20,1	6
	Percentil 98 Diario	41	8,8	32,2	70,9	103,1	30,9

Fuente: Modelación Calidad del Aire Fase Construcción (Anexo 4.2.1-2).

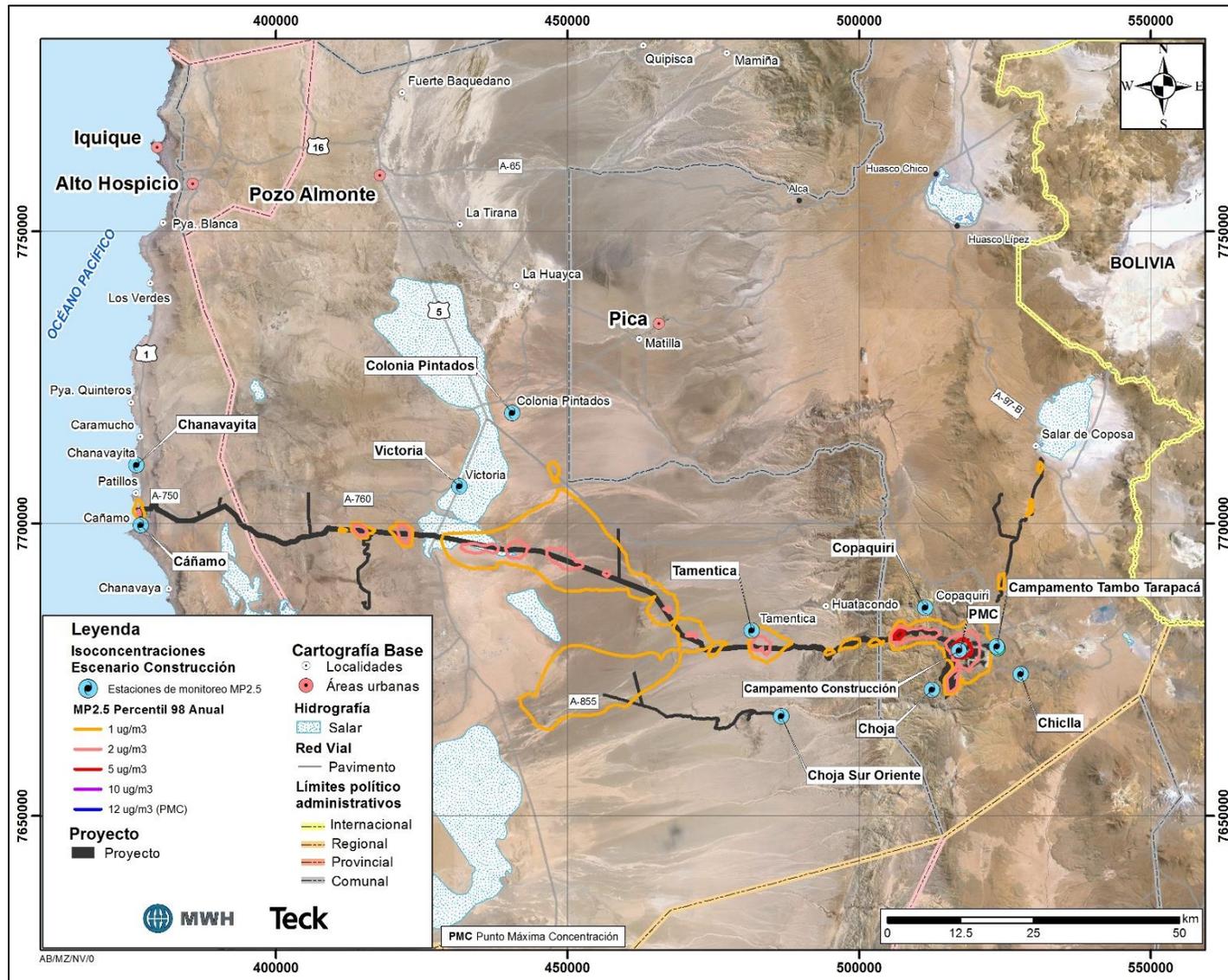
Los mapas de isoconcentraciones de MP_{2.5} (Figura 4-5 y Figura 4-6) para este escenario de modelación, permiten visualizar el punto de máxima concentración (PMC) de los aportes de MP_{2.5} del Proyecto durante la fase de Construcción, en su escenario más desfavorable respecto a sus emisiones. Cabe destacar, que los niveles máximos de aportes se concentran en el Área Mina, de lo anterior se concluye que no producirán alteraciones significativas de las actuales condiciones basales de calidad del aire de las localidades cercanas (evaluadas a través de las estaciones monitoras) respecto de las emisiones generadas por el Proyecto en la fase de Construcción.

Figura 4-5. Isoconcentración MP_{2,5} Percentil 98 Diario Escenario Fase Construcción.



Fuente: Modelación de Calidad del Aire Fase de Construcción (Anexo 4.2.1-2).

Figura 4-6. Isoconcentración MP_{2,5} Promedio Anual Escenario Fase Construcción.



Fuente: Modelación de Calidad del Aire Fase de Construcción (Anexo 4.2.1-2).

- Material Particulado Sedimentable

A partir de la Tabla 4-61 es posible establecer que los aportes del Proyecto respecto a las concentraciones de Material Particulado Sedimentable (MPS) no constituyen un valor sustancial y estos se encuentran por debajo de la normativa de referencia (D.S. N° 04/1992). Sin perjuicio de lo anterior, es preciso señalar que los elevados niveles registrados en la Línea de Base (estaciones de monitoreo) superan en algunos casos los límites establecidos en la normativa de referencia.

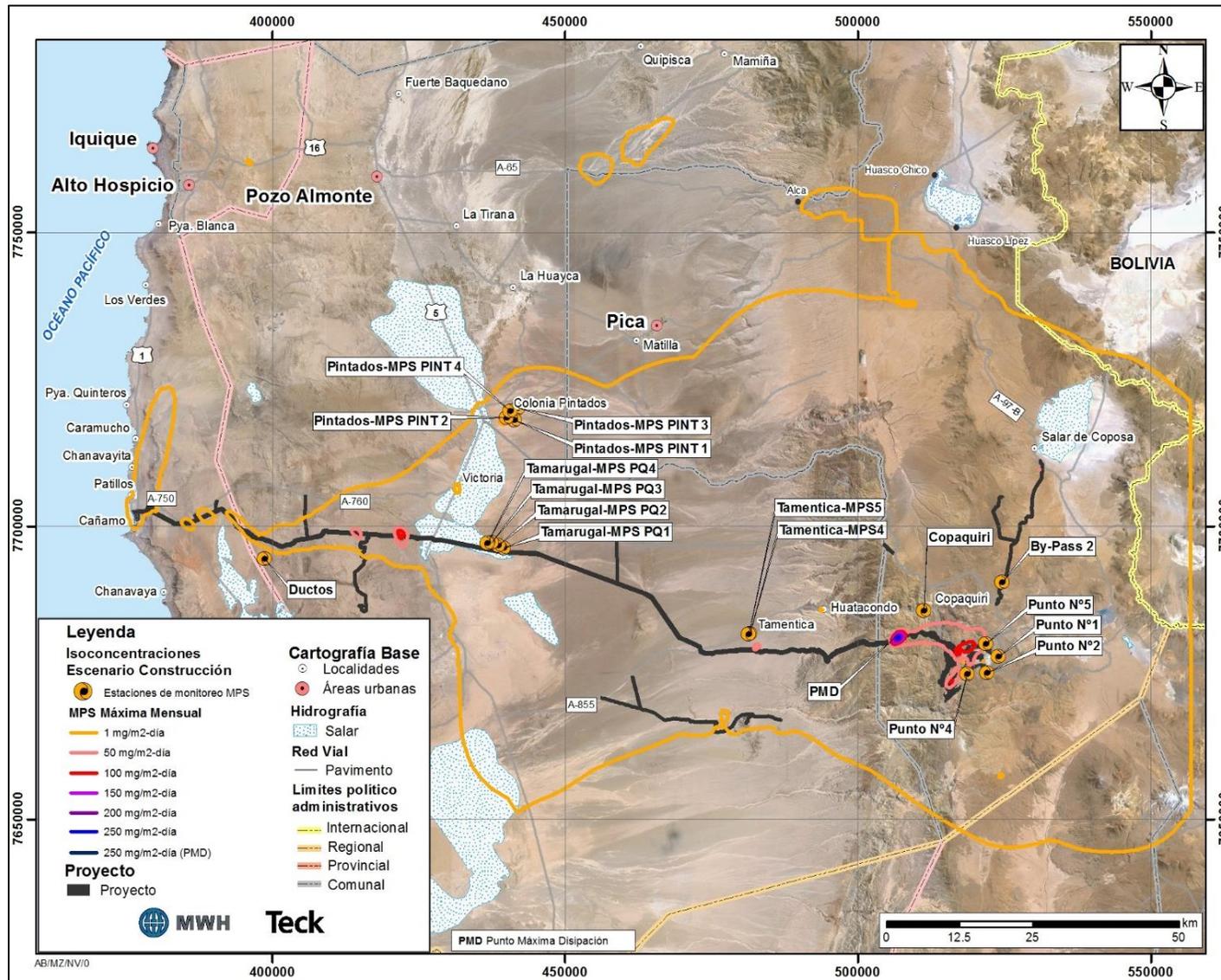
Tabla 4-61. Análisis Comparativo con Normativa Referencial MPS, “Escenario Fase Construcción Área Mina”.

Punto de Análisis	Estadístico	LB mg/m ² -día	AP _{SA} mg/m ² -día	LB _M mg/m ² -día	AP _{FCO} mg/m ² -día	LB _M + AP _{FCO} mg/m ² -día	Norma mg/m ² -día	% Norma AP _{FCO}	% Norma LB _M + AP _{FCO}
Punto 1	Promedio del Año	73	27,7	45,3	10,6	55,9	100	11	56
	Media Mensual	220	51,2	168,8	18,8	187,6	150	12	125
Punto 2	Promedio del Año	135	19,5	115,5	11,6	127,1	100	12	127
	Media Mensual	757	49	708	23	731	150	15	487
Punto 4	Promedio del Año	96	14,8	81,2	25,1	106,3	100	25	106
	Media Mensual	273	33,1	239,9	50,3	290,2	150	34	193
Punto 5	Promedio del Año	95	88,8	6,2	28,7	34,9	100	29	35
	Media Mensual	182	270	0,0	62,2	62,2	150	41	41
Copaquiri	Promedio del Año	907	1,8	905,2	4,4	909,6	100	4	910
	Media Mensual	2.417	3,7	2.413,3	14,7	2.428	150	10	1.619

Modelación Calidad del Aire Fase Construcción (Anexo 4.2.1-2).

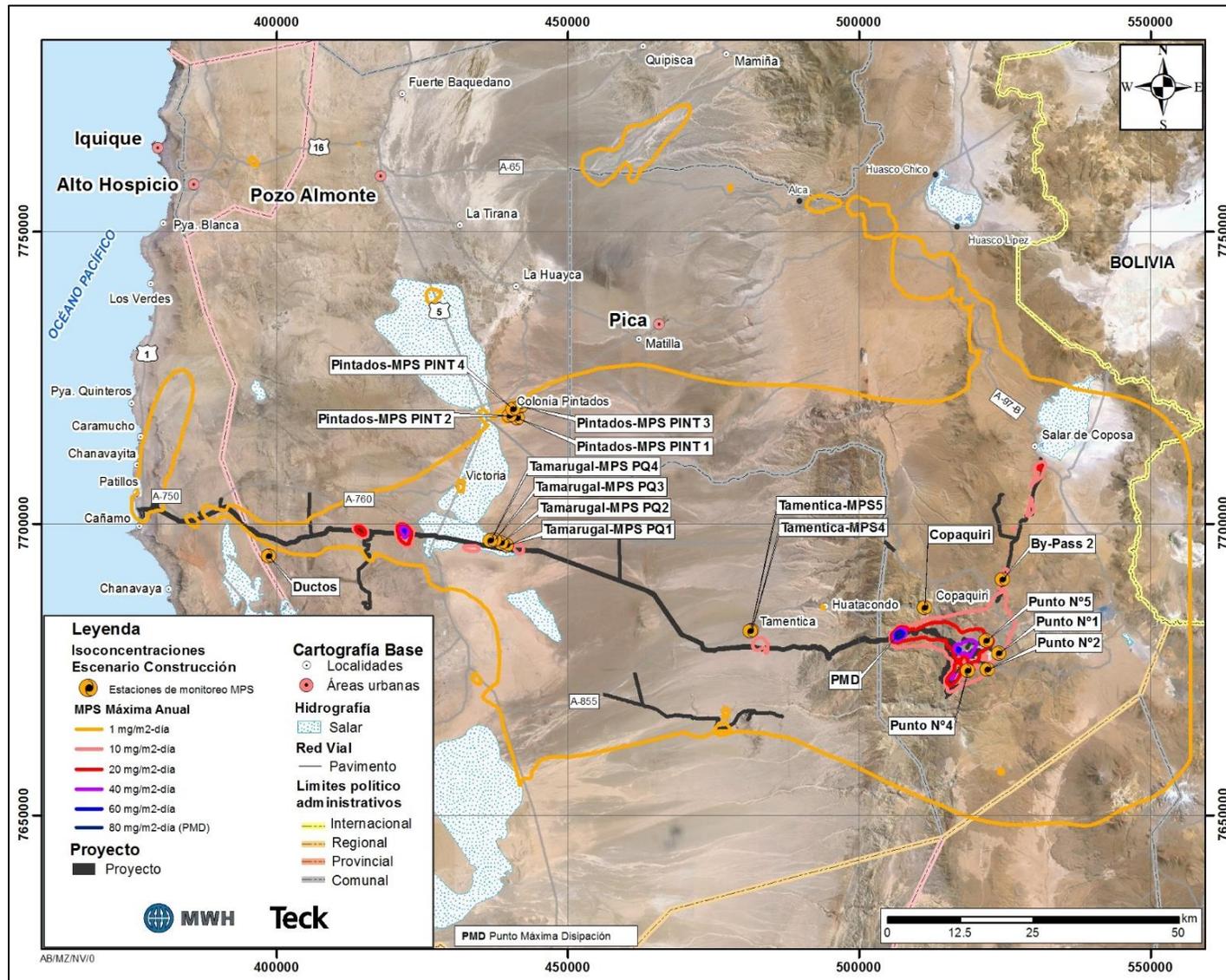
Los mapas de isoconcentraciones de MPS (Figura 4-7 y Figura 4-8) para este escenario de modelación, permiten visualizar el punto de máxima deposición (PMD) de los aportes de MPS que aportará el Proyecto durante la Fase de Construcción. Cabe destacar que los niveles máximos de aportes se concentran principalmente al interior del Área Mina, de lo anterior se concluye que, respecto de las emisiones producidas por el Proyecto en la fase de Construcción, no se producirán alteraciones significativas de las actuales condiciones basales de calidad del aire en los recursos vegetacionales singulares próximos al Proyecto.

Figura 4-7. Isoconcentraciones MPS Máxima Mensual Escenario Fase Construcción.



Fuente: Modelación de Calidad del Aire Fase de Construcción (Anexo 4.2.1-2).

Figura 4-8. Isoconcentraciones MPS Promedio Anual, Escenario Fase Construcción.



Fuente: Modelación de Calidad del Aire Fase de Construcción (Anexo 4.2.1-2).

Si bien, el aporte del Proyecto respecto a estas concentraciones es menor, el Proyecto reconoce afectación a las formaciones vegetales por la generación de emisiones de MPS.

- Gases

A través de la Tabla 4-62 se puede visualizar los aportes del Proyecto en la Fase de Construcción para los gases SO₂, NO₂ y CO. En la estación Tambo-Tarapacá.

Tabla 4-62. Análisis de Resultados de Gases para Estación Tambo-Tarapacá “Escenario Fase Construcción Área Mina”.

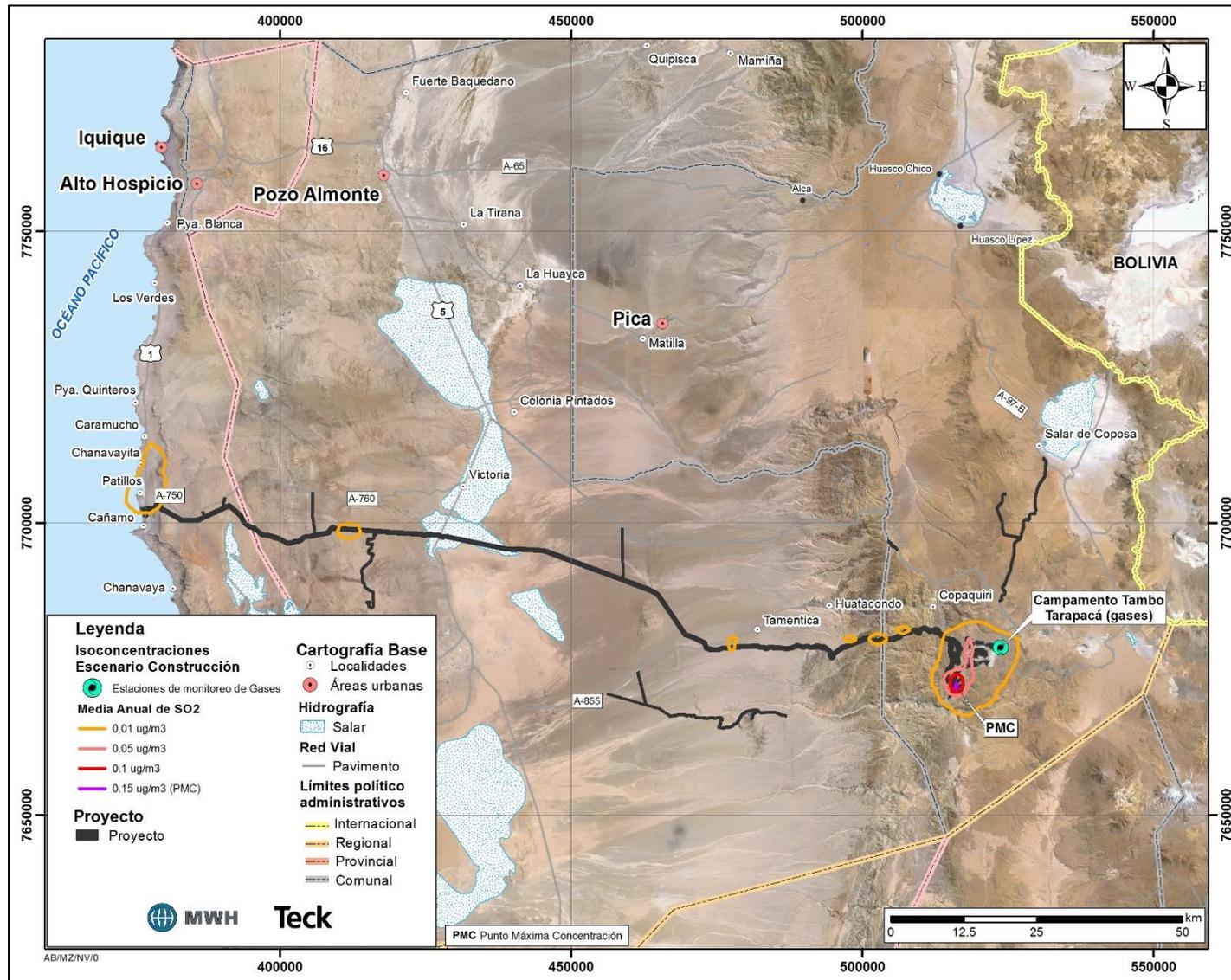
Gases	Métrica	Gases (µg/m ³) %				
		LB µg/m ³	AP _{SA} µg/m ³	LB _M µg/m ³	AP _{FCO} µg/m ³	LB _M + AP _{FCO} µg/m ³
SO ₂	P99 24 horas	30	7,2	22,8	0,04	22,84
	Media Anual	8	1,2	6,8	0,01	6,8
	P99.7 24 horas	35	10,7	24,3	0,04	24,3
	P99.73 1 hora	74	48,7	25,3	0,22	25,31
NO ₂	P99 1 hora	94	24,6	69,4	3,81	77,13
	Media Anual	9	0,5	8,5	0,08	8,75
CO	P99 1 hora	1077	32,3	1.044,7	6,01	1046,5
	P99 8 horas	971	9,6	961,4	1,68	962,1

Fuente: Modelación Calidad del Aire Fase Construcción (Anexo 4.2.1-2).

Los mapas de isoconcentraciones de SO₂ (Figura 4-9 y Figura 4-10) permiten visualizar el punto de máxima concentración (PMC) para los aportes de SO₂, del Proyecto para la fase de Construcción, en su escenario más desfavorable respecto a sus emisiones. Cabe destacar, que los niveles máximos de aportes se concentran en el Área Mina, y no hay dispersión de altas concentraciones de gases hacia las localidades cercanas. De lo anterior, se concluye que no se generarán alteraciones significativas de las actuales condiciones basales de calidad del aire de las localidades cercanas al Proyecto, respecto de las emisiones de gases generadas durante la fase de Construcción.

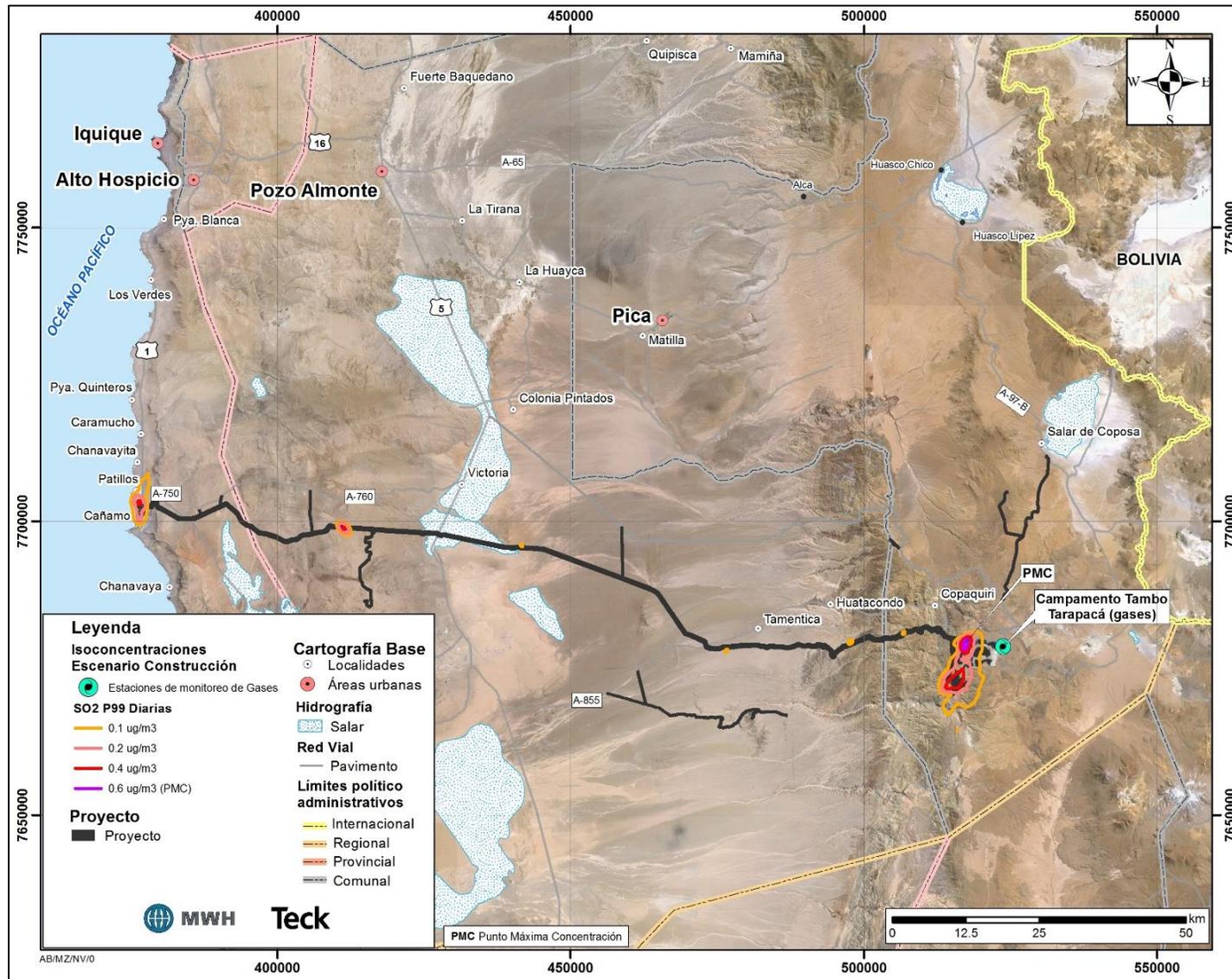
Por otra parte, los mapas de isoconcentraciones de NO₂ y CO (Figura 4-11 a Figura 4-14), permiten visualizar el punto de máxima concentración (PMC), que aportará el Proyecto para la fase de Construcción, los cuales están concentrados en el Área Puerto. No obstante, se indica que estos puntos de máxima concentración, se encuentran muy por debajo de la Normativa referencial, por lo que no se espera alterar las condiciones basales de calidad del aire en las localidades cercanas al Área Puerto.

Figura 4-9. Isoconcentraciones Media Anual de SO₂ Escenario Fase Construcción.



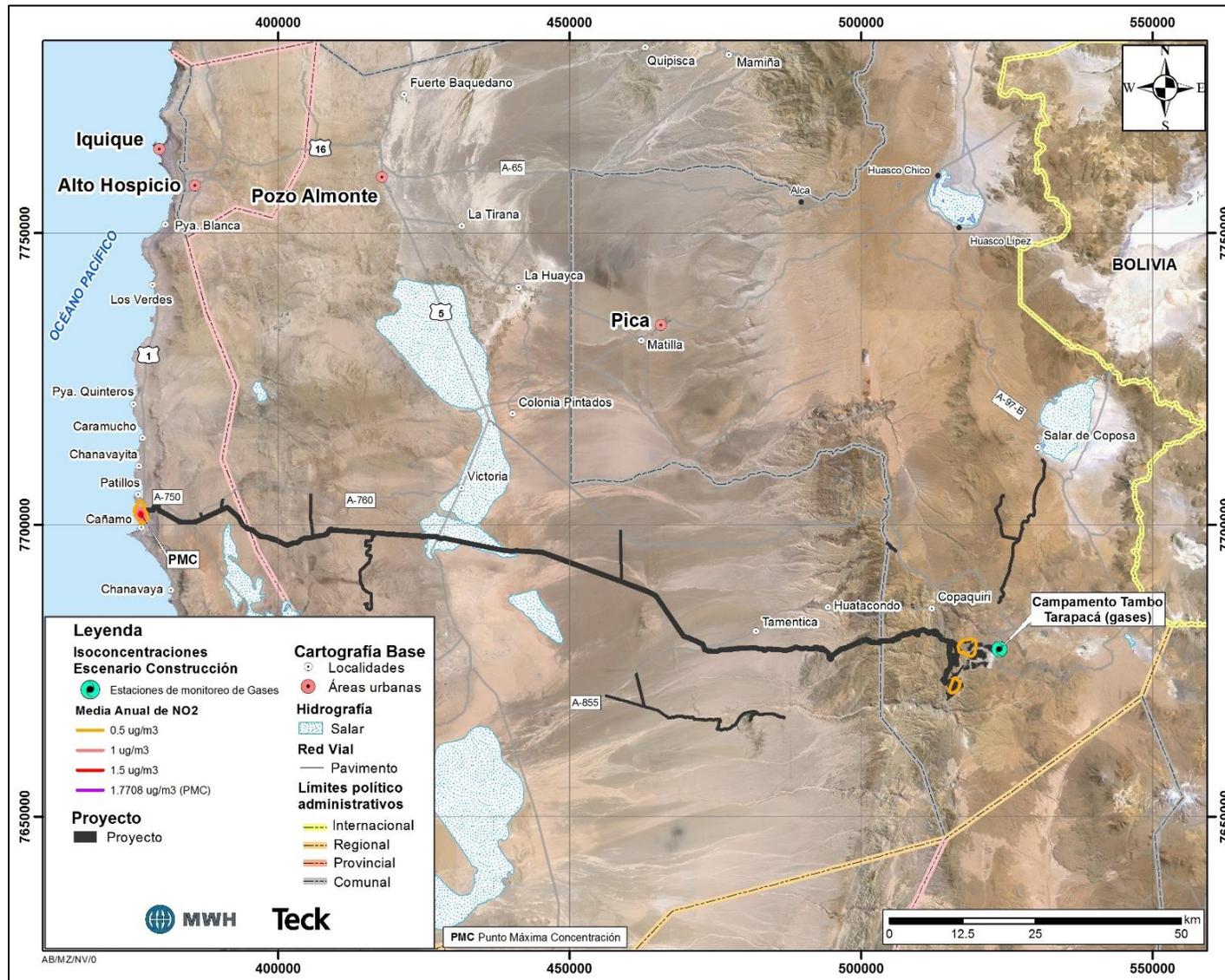
Fuente: Modelación de Calidad del Aire Fase de Construcción (Anexo 4.2.1-2).

Figura 4-10. Isoconcentraciones P99 en 24 horas de SO₂ Escenario Fase Construcción.



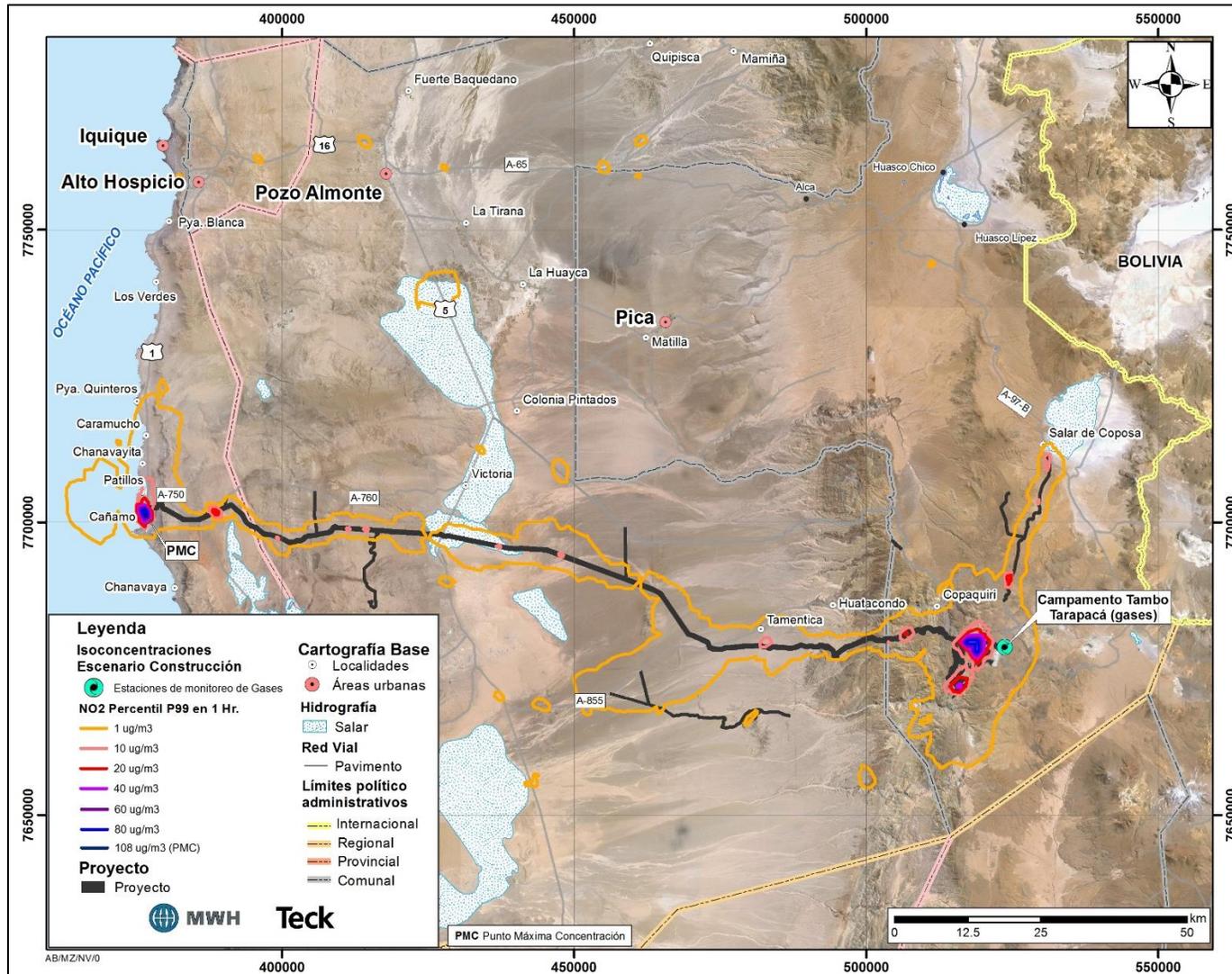
Fuente: Modelación de Calidad del Aire Fase de Construcción (Anexo 4.2.1-2).

Figura 4-11. Isoconcentraciones Media Anual de NO₂ Escenario Fase Construcción.



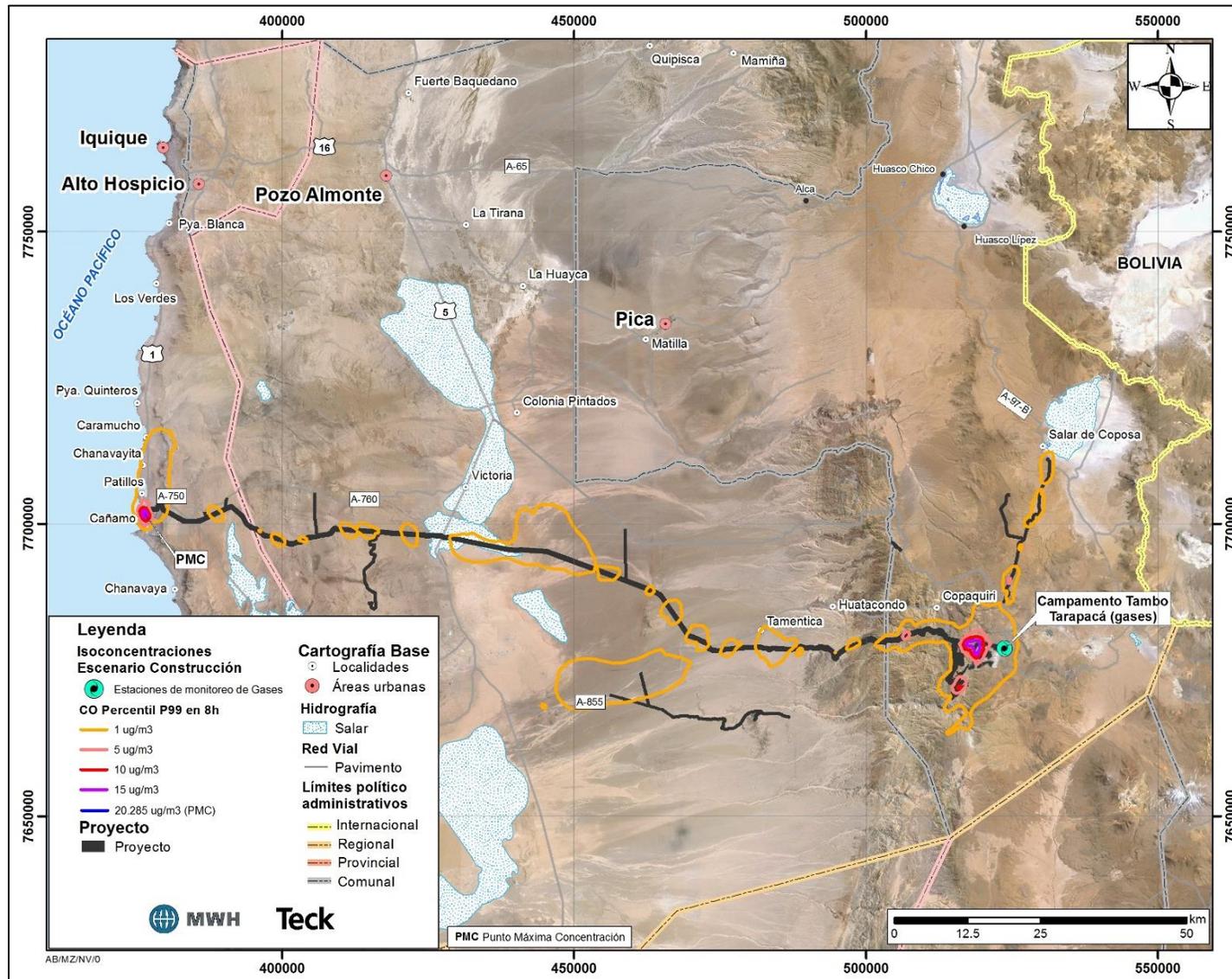
Fuente: Modelación de Calidad del Aire Fase de Construcción (Anexo 4.2.1-2).

Figura 4-12. Isoconcentraciones P99 en 1 hora de NO₂ Escenario Fase Construcción.



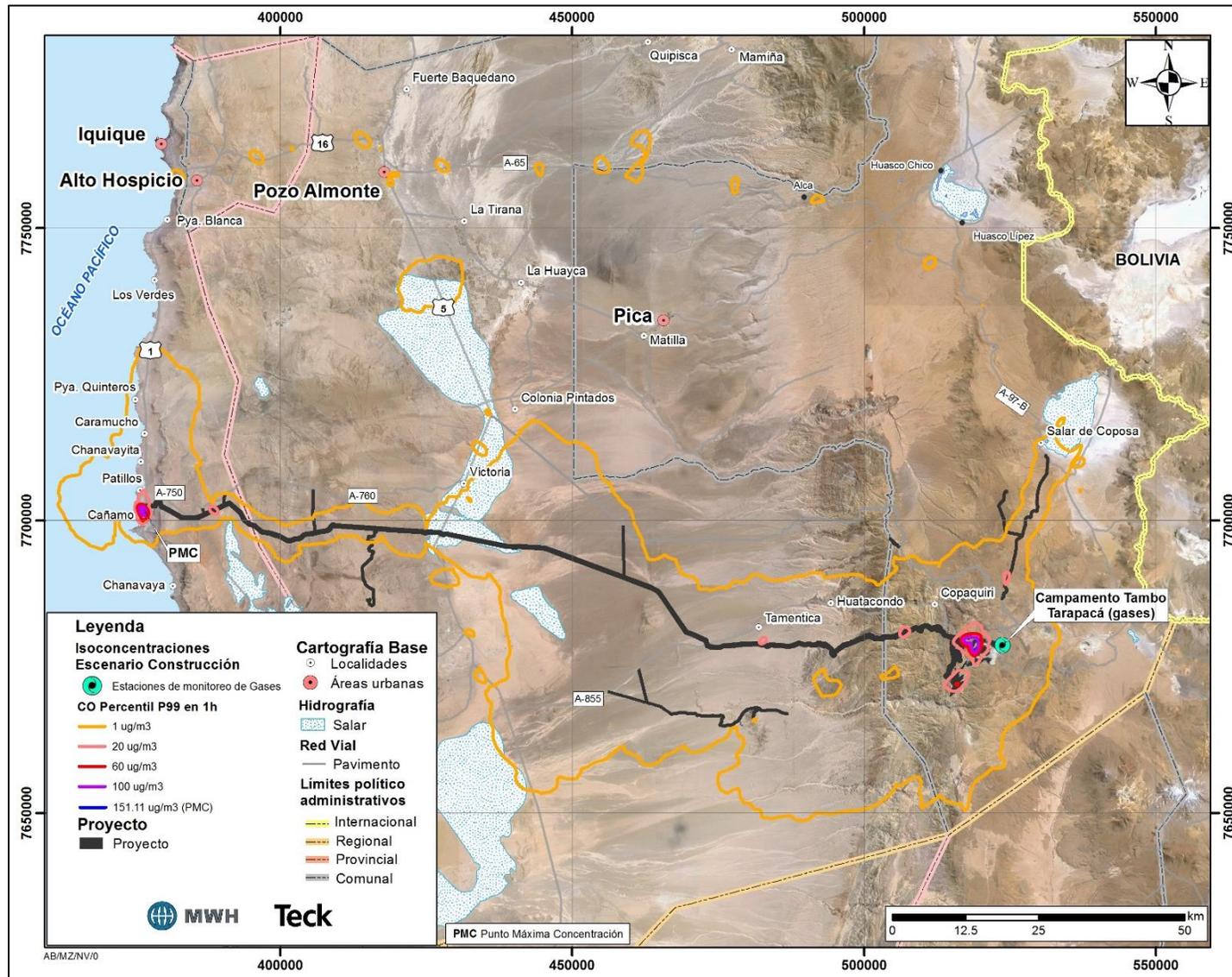
Fuente: Modelación de Calidad del Aire Fase de Construcción (Anexo 4.2.1-2).

Figura 4-13. Isoconcentraciones P99 en 8 horas de CO Escenario Fase Construcción.



Fuente: Modelación de Calidad del Aire Fase de Construcción (Anexo 4.2.1-2).

Figura 4-14. Isoconcentraciones P99 en 1 horas de CO Escenario Fase Construcción.



Fuente: Modelación de Calidad del Aire Fase de Construcción (Anexo 4.2.1-2).

- Área Obras Lineales

A partir, de los resultados presentados de la Modelación de la Fase de Construcción (Anexo 4.2.1-2) para el área de Obras Lineales, es posible establecer que el Proyecto no superará los límites establecidos en la normativa para cada parámetro analizado (MP_{10} y $MP_{2.5}$). Respecto a las concentraciones de MPS, los niveles registrados en la Línea de Base (estaciones de monitoreo) están sobre los valores referenciales. Si bien, el aporte del Proyecto respecto a estas concentraciones es menor, el Proyecto reconoce una potencial afectación a las formaciones vegetales por la generación de emisiones de MPS.

- Material Particulado Respirable MP_{10}

La Tabla 4-63 permite establecer que el Proyecto en la fase de Construcción en el área de Obras Lineales, alcanza su aporte con valores máximos de $4,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para el promedio del año, correspondientes al 9% del valor de la norma referencial sobre el promedio del período para MP_{10} . Mientras que para el percentil 98, los valores diarios máximos del aporte del Proyecto alcanzan a $20,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, correspondientes a un 14% del valor de la norma referencial diaria de MP_{10} . Ambos identificados en la estación de Tamentica. Conforme a lo anterior y a partir de los resultados presentados en el Anexo 4.2.1-2, es posible establecer que los aportes del Proyecto para este escenario de modelación, no superan los límites establecidos en el D.S. N° 59/1998.

Tabla 4-63. Análisis Comparativo con Normativa Referencial MP_{10} , “Escenario Fase Construcción Área Obras Lineales”.

Punto de Análisis	Estadístico	LB $\mu\text{g}/\text{m}^3$	AP _{SA} $\mu\text{g}/\text{m}^3$	LB _M $\mu\text{g}/\text{m}^3$	AP _{FCO} $\mu\text{g}/\text{m}^3$	LB _M + AP _{FCO} $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Norma $\mu\text{g}/\text{m}^3$	% Norma AP _{FCO}	% Norma LB _M + AP _{FCO}
Victoria	Promedio del año	31	2,2	28,8	1,7	30,5	50	3	61
	Percentil 98 Diario	79	4,2	74,8	8,6	83,4	150	6	56
Colonia Pintados	Promedio del año	47	1,4	45,6	1,4	47,0	50	3	94
	Percentil 98 Diario	107	3,0	104,	6,6	110,6	150	4	74
Tamentica	Promedio del año	17	1,6	15,4	4,7	20,1	50	9	40
	Percentil 98 Diario	79	6,1	72,9	20,6	93,5	150	14	62

Fuente: Modelación Calidad del Aire Fase Construcción (Anexo 4.2.1-2).

Los mapas de isoconcentraciones de MP_{10} para este escenario de modelación, presentados en el análisis de resultados del Área Mina (Figura 4-3 y Figura 4-4), permiten visualizar el punto de máxima concentración (PMC) de los aportes de MP_{10} del Proyecto durante la fase de Construcción, en su escenario más desfavorable respecto a sus emisiones. Cabe destacar, que los niveles máximos de aportes se concentran en el Área Mina, de lo anterior se concluye que

no se producirán alteraciones significativas de las actuales condiciones basales de calidad del aire de las localidades asociadas al Área Obras Lineales (evaluadas a través de las estaciones monitoras), respecto de las emisiones producidas por el Proyecto durante la fase de Construcción.

- Material Particulado Respirable Fino MP_{2.5}

La Tabla 4-64 permite establecer que los aportes del Proyecto en la Fase de Construcción en el Área Obras Lineales, alcanzan valores máximos de 0,9 µg/m³N para el promedio de año, correspondiendo al 4,5% de la norma referencial primaria respecto a las concentraciones de MP_{2.5} anual. Por otra parte, los aportes máximos diarios del Proyecto (percentil 98) alcanzan a 3,2 µg/m³N, los que corresponden a un 6,4% de la norma referencial diaria de MP_{2.5}. A partir de lo anterior, y de los resultados presentados en el Anexo 4.2.1-2, es posible establecer que los aportes del Proyecto para este escenario de modelación, para ambos estadísticos de evaluación, no superan los límites establecidos en el D.S. N° 12/2011.

Tabla 4-64. Análisis Comparativo con Normativa Referencial MP_{2.5} “Escenario Fase Construcción Área Obras Lineales”.

Punto de Análisis	Estadístico	LB µg/m ³	AP _{SA} µg/m ³	LB _M µg/m ³	AP _{FCO} µg/m ³	LB _M + AP _{FCO} µg/m ³	Norma µg/m ³	% Norma AP _{FCO}	% Norma LB _M + AP _{FCO}
Colonia Pintados	Promedio del año	5	0,4	4,6	0,3	4,9	20	1,5	25
	Percentil 98 Diario	14	0,8	13,2	1,5	14,7	50	3	29
Tamentica	Promedio del año	3	0,3	2,7	0,9	3,6	20	4,5	18
	Percentil 98 Diario	9	1,3	7,7	3,2	10,9	50	6,4	22
Victoria	Promedio del año	6	0,6	5,4	0,4	5,8	20	2	29
	Percentil 98 Diario	11	1,2	9,8	1,9	11,7	50	3,8	23

Fuente: Modelación Calidad del Aire Fase Construcción (Anexo 4.2.1-2).

Los mapas de isoconcentraciones de MP_{2.5} para este escenario de modelación, presentados en el análisis de resultados del Área Mina (Figura 4-5 y Figura 4-6), permiten visualizar el punto de máxima concentración (PMC) de los aportes de MP_{2.5} del Proyecto durante la fase de Construcción, en su escenario más desfavorable respecto a sus emisiones. Cabe destacar, que los niveles máximos de aportes se concentran en el Área Mina, de lo anterior se concluye que no se producirán alteraciones significativas de las actuales condiciones basales de calidad del aire de las localidades asociadas al Área Obras Lineales (evaluadas a través de las estaciones monitoras), respecto de las emisiones producidas por el Proyecto durante la fase de Construcción.

- Material Particulado Sedimentable

A partir de la Tabla 4-65 es posible establecer que los aportes del Proyecto para la fase de Construcción, en las concentraciones de material particulado sedimentable no constituyen un valor sustancial, dado que estos se encuentran por bajo el límite de la normativa de referencia (D.S. N° 04/1992). Sin perjuicio a lo anterior, es preciso señalar que los elevados niveles registrados en la Línea de Base (estaciones de monitoreo) superan los límites establecidos en la normativa de referencia.

Tabla 4-65. Análisis Comparativo con Normativa Referencial MPS, “Escenario Fase Construcción, Estaciones Área Obras Lineales”.

Punto de Análisis	Estadístico	LB mg/m ² -día	AP _{SA} mg/m ² -día	LB _M mg/m ² -día	AP _{FCO} mg/m ² -día	LB _M + AP _{FCO} mg/m ² -día	Norma mg/m ² -día	% Norma AP _{FCO}	% Norma LB _M + AP _{FCO}
Tamarugal-MPS PQ1	Promedio del año	63,0	0,5	62,5	4,7	67,2	100	5	67
	Media Mensual	105,0	0,8	104,2	10,8	115,0	150	7	77
Tamarugal-MPS PQ2	Promedio del año	60,0	0,5	59,5	3,4	62,9	100	3	63
	Media Mensual	106,0	0,7	105,3	6,8	112,1	150	5	75
Tamarugal-MPS PQ3	Promedio del año	95,0	0,5	94,5	3,3	97,8	100	3	98
	Media Mensual	152,0	0,7	151,3	7,1	158,4	150	5	106
Tamarugal-MPS PQ4	Promedio del año	61,0	0,5	60,5	3,7	64,2	100	4	64
	Media Mensual	90,0	0,7	89,3	7,8	97,1	150	5	65
Pintados-MPS PINT 1	Promedio del año	111,0	0,9	110,1	0,8	110,9	100	1	111
	Media Mensual	248,0	1,0	247,0	1,5	248,5	150	1	166
Pintados-MPS PINT 2	Promedio del año	99,0	0,7	98,3	0,7	99,0	100	1	99
	Media Mensual	210,0	0,9	209,1	1,4	210,5	150	1	140
Pintados-MPS PINT 3	Promedio del año	117,0	0,7	116,3	0,6	116,9	100	1	117
	Media Mensual	208,0	0,8	207,2	1,4	208,6	150	1	139
Pintados-MPS PINT 4	Promedio del año	71,0	0,7	70,3	0,7	71,0	100	1	71
	Media Mensual	132,0	0,8	131,2	1,4	132,6	150	1	88
Ductos	Promedio del año	420,0	0,1	419,9	0,2	420,1	100	0	420
	Media Mensual	1.916	0,2	1.915,8	0,5	1.916	150	0	1.278

Punto de Análisis	Estadístico	LB mg/m ² -día	AP _{SA} mg/m ² -día	LB _M mg/m ² -día	AP _{FCO} mg/m ² -día	LB _M + AP _{FCO} mg/m ² -día	Norma mg/m ² -día	% Norma AP _{FCO}	% Norma LB _M + AP _{FCO}
Tamentica 1	Promedio del año	461,0	0,8	460,2	2,7	462,9	100	3	463
	Media Mensual	2.033	1,2	2.032	5,3	2.037	150	4	1.358
Tamentica 2	Promedio del año	477,00	0,8	476,2	2,2	478,4	100	2	478
	Media Mensual	1.958,00	1,1	1.956,9	3,6	1.960	150	2	1.307
By-Pass 2	Promedio del año	621,00	8,6	612,4	14,3	626,7	100	14	627
	Media Mensual	2.598,0	15,6	2.582,4	38,4	2.620,8	150	26	1.747

Fuente: Modelación Calidad del Aire Fase Construcción (Anexo 4.2.1-2).

Los mapas de isoconcentraciones de MPS para este escenario de modelación, presentados en el análisis del Área Mina (Figura 4-7 y Figura 4-8), permiten visualizar el punto de máxima depositación (PMD) de los aportes de MPS que aportará el Proyecto durante la Fase de Construcción. Cabe destacar que los niveles máximos de aportes se concentran principalmente al interior del Área Mina, de lo anterior se concluye que, respecto de las emisiones producidas por el Proyecto en la fase de Construcción, no se producirán alteraciones significativas de las actuales condiciones basales de calidad del aire en los recursos vegetacionales singulares próximos al Proyecto.

Si bien, el aporte del Proyecto respecto a estas concentraciones es menor, el Proyecto reconoce afectación a las formaciones vegetacionales por la generación de emisiones de MPS.

- Área Pampa

A partir, de los resultados presentados para el área Pampa, para la modelación de la Fase de Construcción, es posible establecer que los aportes del Proyecto son marginales en comparación con la elevada Línea de base.

- Material Particulado Respirable MP₁₀

La Tabla 4-66 permite establecer que el Proyecto para la Fase de Construcción en el área Pampa alcanza su aporte con valores máximos de 1,1 µg/m³ para el promedio del año para MP₁₀, mientras que para el percentil 98 los valores diarios del aporte del Proyecto alcanzan a 3,9 µg/m³, ambos definidos para la estación Choja Sur Oriente. Como dicha estación corresponde al Campamento Pampa, cabe destacar que los monitoreos de MP₁₀ intramuros realizados en las habitaciones del campamento Tambo-Tarapacá el año 2015, arrojaron como resultado que las concentraciones en promedio disminuían un 70% en comparación con las concentraciones externas. Teniendo en cuenta que el Campamento Pampa tendrá las mismas características de construcción y mantención que el Campamento Tambo-Tarapacá, es posible estimar que las

concentraciones intramuros estarían bajo los valores referenciales de 150 µg/m³ para el percentil 98 y de 50 µg/m³ para el promedio del año. En el Anexo 4.2.1-5, se presenta la relación de las mediciones intramuros y exteriores.

Tabla 4-66. Resultados MP₁₀ Campamentos “Escenario Fase Construcción Área Pampa”.

Punto de Análisis	Estadístico	LB µg/m ³	AP _{SA} µg/m ³	LB _M µg/m ³	AP _{FCO} µg/m ³	LB _M + AP _{FCO} µg/m ³	Extrapolación Intramuros µg/m ³
Choja Sur Oriente ³¹	Promedio del Año	49	1,4	47,6	1,1	48,70	14,61
	Percentil 98 Diario	173	4,6	168,4	3,9	172,3	51,69

Fuente: Modelación Calidad del Aire Fase Construcción (Anexo 4.2.1-2).

- Material Particulado Respirable Fino MP_{2.5}

La Tabla 4-67 permite establecer que los aportes del Proyecto en el área Pampa para la fase de Construcción alcanzan valores máximos de 0,3 µg/m³N para el promedio del año. Por otra parte, los aportes diarios del Proyecto (percentil 98) alcanzan a 1,2 µg/m³N de MP_{2.5}.

Tabla 4-67. Resultados MP_{2.5} Campamentos “Escenario Fase Construcción Área Pampa”.

Punto de Análisis	Estadístico	LB µg/m ³	AP _{SA} µg/m ³	LB _M µg/m ³	AP _{FCO} µg/m ³	LB _M + AP _{FCO} µg/m ³	Extrapolación Intramuros µg/m ³
Choja Sur Oriente ³²	Promedio del periodo	3	0,3	2,7	0,3	3	0,9
	Percentil 98 Diario	8	1,2	6,8	1,2	8	2,4

Fuente: Modelación Calidad del Aire Fase Construcción (Anexo 4.2.1-2).

- Área Puerto

A partir, de los resultados presentados del Área Puerto para la fase de Construcción, es posible establecer que el Proyecto no superará los límites establecidos en la normativa de referencia para cada parámetro analizado (MP₁₀ y MP_{2.5}).

- Material Particulado Respirable MP₁₀

La Tabla 4-68 permite establecer que el Proyecto durante la fase de Construcción del Área Puerto alcanza su aporte con valores máximos de 0,5 µg/m³ para el promedio del periodo, correspondientes al 1% del valor de la norma referencial sobre el promedio del período para MP₁₀. Mientras que para el percentil 98, los valores diarios del aporte del Proyecto alcanzan a

³¹ Corresponde al campamento Pampa, el cual estará operativo solo en la fase de construcción.

³² Corresponde al campamento Pampa, el cual estará operativo solo en la fase de construcción.

1,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, correspondientes a un 1,2% del valor de la norma referencial diaria de MP_{10} . Conforme a lo anterior, y a partir de los resultados presentados en el Anexo 4.2.1-2, es posible establecer que los aportes del Proyecto para este escenario de modelación, no superan los límites establecidos en el D.S. N° 59/1998.

Tabla 4-68. Análisis Comparativo con Normativa Referencial MP_{10} , “Escenario Fase Construcción Área Puerto”.

Punto de Análisis	Estadístico	LB $\mu\text{g}/\text{m}^3$	AP _{SA} $\mu\text{g}/\text{m}^3$	LB _M $\mu\text{g}/\text{m}^3$	AP _{FCO} $\mu\text{g}/\text{m}^3$	AP _{OP} $\mu\text{g}/\text{m}^3$	LB _M + AP _{FCO} $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Norma $\mu\text{g}/\text{m}^3$	% Norma AP _{FCO}	% Norma LB _M + AP _{FCO}
Chanavayita	Promedio del año	30	0,8	29,2	0,5	0,6	30,3	50	1	61
	Percentil 98 Diario	64	1,5	62,5	1,8	5,1	69,4	150	1	46
Cáñamo	Promedio del año	24	0,4	23,6	0,3	0,2	24,1	50	1	48
	Percentil 98 Diario	51	1,1	49,9	1,1	5,7	56,7	150	1	38

Fuente: Modelación Calidad del Aire Fase Construcción (Anexo 4.2.1-2).

Los mapas de isoconcentraciones de MP_{10} para este escenario de modelación, presentados en el análisis de resultados del Área Mina (Figura 4-3 y Figura 4-4), permiten visualizar el punto de máxima concentración (PMC) de los aportes de MP_{10} del Proyecto durante la fase de Construcción, en su escenario más desfavorable respecto a sus emisiones. Cabe destacar, que los niveles máximos de aportes se concentran en el Área Mina, de lo anterior se concluye que no se producirán alteraciones significativas de las actuales condiciones basales de calidad del aire de las localidades asociadas al Área Puerto (evaluadas a través de las estaciones monitoras), respecto de las emisiones producidas por el Proyecto durante la fase de Construcción.

- Material Particulado Respirable Fino $\text{MP}_{2.5}$

La Tabla 4-69 permite establecer que los aportes del Proyecto alcanzan valores máximos de 0,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ para el promedio del año, correspondiendo este al 1% de la norma referencial primaria respecto a las concentraciones de $\text{MP}_{2.5}$ anuales. Por otra parte, los aportes diarios del Proyecto (percentil 98) alcanzan a 0,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, los que corresponden a un 1,6% de la norma referencial diaria de $\text{MP}_{2.5}$. A partir de lo anterior y de los resultados presentados en el Anexo 4.2.1-2, es posible establecer que los aportes del Proyecto para este escenario de modelación, para ambos estadísticos de evaluación, no superan los límites establecidos en el D.S. N° 12/2011.

Tabla 4-69. Análisis Comparativo con Normativa Referencial MP_{2.5} “Escenario Fase Construcción Área Puerto”.

Punto de Análisis	Estadístico	LB µg/ m ³	AP _{SA} µg/m ³	LB _M µg/ m ³	AP _{FCO} µg/m ³	AP _{OP} ³³ µg/m ³	LB _M + AP _{FCO} µg/m ³	Norma µg/m ³	% Norma AP _{FCO}	% Norma LB _M + AP _{FCO}
Chanavayita	Promedio del año	14	0,2	13,8	0,2	1	15,0	20	1	75
	Percentil 98 Diario	31	0,4	30,6	0,8	1	32,4	50	2	65
Cáñamo	Promedio del Año	12	0,1	11,9	0,1	-	12,0	20	1	60
	Percentil 98 Diario	25	0,2	24,8	0,5	1	26,3	50	1	53

Fuente: Modelación Calidad del Aire Fase Construcción (Anexo 4.2.1-2).

Los mapas de isoconcentraciones de MP_{2.5} para este escenario de modelación, presentados en el análisis de resultados del Área Mina (Figura 4-5 y Figura 4-6), permiten visualizar el punto de máxima concentración (PMC) de los aportes de MP_{2.5} del Proyecto durante la fase de Construcción, en su escenario más desfavorable respecto a sus emisiones. Cabe destacar, que los niveles máximos de aportes se concentran en el Área Mina, de lo anterior se concluye que no se producirán alteraciones significativas de las actuales condiciones basales de calidad del aire de las localidades asociadas al Área Puerto (evaluadas a través de las estaciones monitoras), respecto de las emisiones producidas por el Proyecto durante la fase de Construcción.

b.3) Modelación Escenario Fase Operación

A fin de comparar períodos similares de tiempo en las distintas estaciones de monitoreo, se utiliza el criterio de uso año calendario (Enero – Diciembre del 2015) en forma ideal. No obstante, en aquellas variables que se iniciaron mediciones durante al año 2015, se hará uso de información disponible del año 2016 para completar el periodo de un año.

Se considera el año 4 como el año de modelación para el Proyecto, dado que representa la condición más desfavorable en términos de emisión para esta fase.

- Área Mina

A partir de los resultados presentados en la Modelación del Escenario Fase de Operación para el Área Mina (ver Anexo 4.2.1-3), se concluye que para esta área, no se superarán los límites establecidos en la normativa referencial para los parámetros MP₁₀ y MP_{2.5} en los receptores sensibles asociados a las localidades y/o asentamientos humanos próximos al Proyecto. Respecto a las concentraciones de MPS, los niveles registrados en la Línea de Base (estaciones de monitoreo) superan los límites establecidos en la normativa de referencia. Si bien, el aporte

³³ OP: Aportes otros proyectos

del Proyecto respecto a estas concentraciones es menor, se reconoce afectación a las formaciones vegetales por la generación de emisiones de MPS.

- Material Particulado Respirable MP₁₀

La Tabla 4-70 permite establecer que el Proyecto en la fase de Operación (año más desfavorable) las concentraciones de MP₁₀ para el Área Mina alcanzan un aporte máximo de 9,1 µg/m³ para el promedio del año, correspondientes al 18% del valor de la norma referencial para MP₁₀ esto en la estación de Choja. Mientras que para el percentil 98, los valores diarios máximos del aporte del Proyecto alcanzan a 36,6 µg/m³, correspondientes a un 24% del valor de la norma referencial diaria de MP₁₀, dicho valor alcanzado también en la estación de Choja. Conforme a lo anterior, y a partir de los resultados presentados en el Anexo 4.2.1-3, es posible establecer que los aportes del Proyecto para este escenario de modelación, no superan los límites establecidos en el D.S. N° 59/1998.

Tabla 4-70. Análisis Comparativo con Normativa Referencial MP₁₀, “Escenario Fase Operación Área Mina”.

Punto de Análisis	Estadístico	LB ³⁴ µg/m ³	AP _{SA} ³⁵ µg/m ³	LB _M ³⁶ µg/m ³	AP _{FO} ³⁷ µg/m ³	LB _M + AP _{FO} µg/m ³	Norma µg/m ³	% Norma AP _{FO}	% Norma LB _M + AP _{FO}
Chiclla	Promedio del año	7	1,6	5,4	1,1	6,5	50	2	13
	Percentil 98 Diario	19	8,0	11,0	3,6	14,6	150	2	10
Choja	Promedio del año	17	1,3	15,7	9,1	24,8	50	18	50
	Percentil 98 Diario	66	5,4	60,6	36,6	97,2	150	24	65
Copaquiri	Promedio del año	17	1,5	15,5	6,5	22,0	50	13	44
	Percentil 98 Diario	52	7,7	44,3	34,3	78,6	150	23	52

Fuente: Modelación Calidad del Aire Fase Operación (Anexo 4.2.1-3).

Por otra parte, en la Tabla 4-71 se muestran los resultados de la modelación, de la fase de Operación para los campamentos mineros del Área Mina del Proyecto. Teniendo en cuenta que el análisis de extrapolación de los monitoreos de MP₁₀ intramuros en las habitaciones del campamento Tambo-Tarapacá realizadas el año 2015, arrojaron como resultado que las concentraciones en promedio disminuyen un 70% en comparación con las externas, por ende, es posible proyectar que las concentraciones intramuros estarían bajo los valores referenciales

³⁴ LB: Línea de Base

³⁵ AP_{SA}: Aporte Situación Actual

³⁶ LB_M: Línea de Base Modificada

³⁷ AP_{FO}: Aporte Proyecto Fase Operación

de 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para el percentil 98 y de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para el promedio del año. En el Anexo 4.2.1-5 se detalla la relación de las mediciones intramuros y las exteriores.

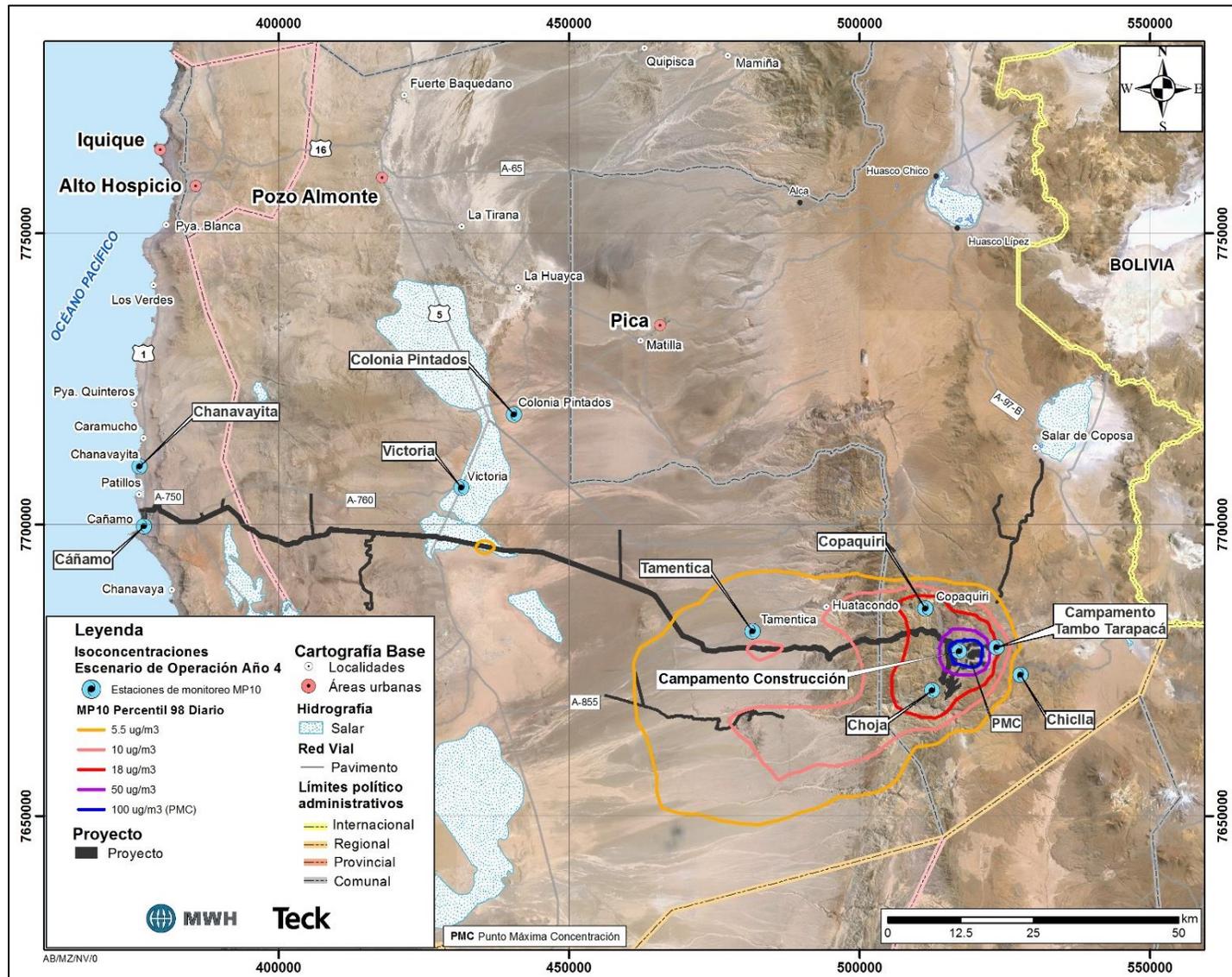
Tabla 4-71 Resultados MP_{10} Campamentos “Escenario Fase Operación Área Mina”.

Punto de Análisis	Estadístico	LB $\mu\text{g}/\text{m}^3$	AP _{SA} $\mu\text{g}/\text{m}^3$	LB _M $\mu\text{g}/\text{m}^3$	AP _{FO} $\mu\text{g}/\text{m}^3$	LB _M + AP _{FO} $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Resultados Aportes Intramuros $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Campamento Tambo-Tarapacá	Promedio del año	27	11,2	15,8	3,2	19	5,7
	Percentil 98 Diario	76	38,3	37,7	12,3	50	15
Campamento Construcción	Promedio del año	20	13	7	64,4	71,4	21,4
	Percentil 98 Diario	87	57	30	159,1	189,1	56,7

Fuente: Modelación Calidad del Aire Fase Operación (Anexo 4.2.1-3).

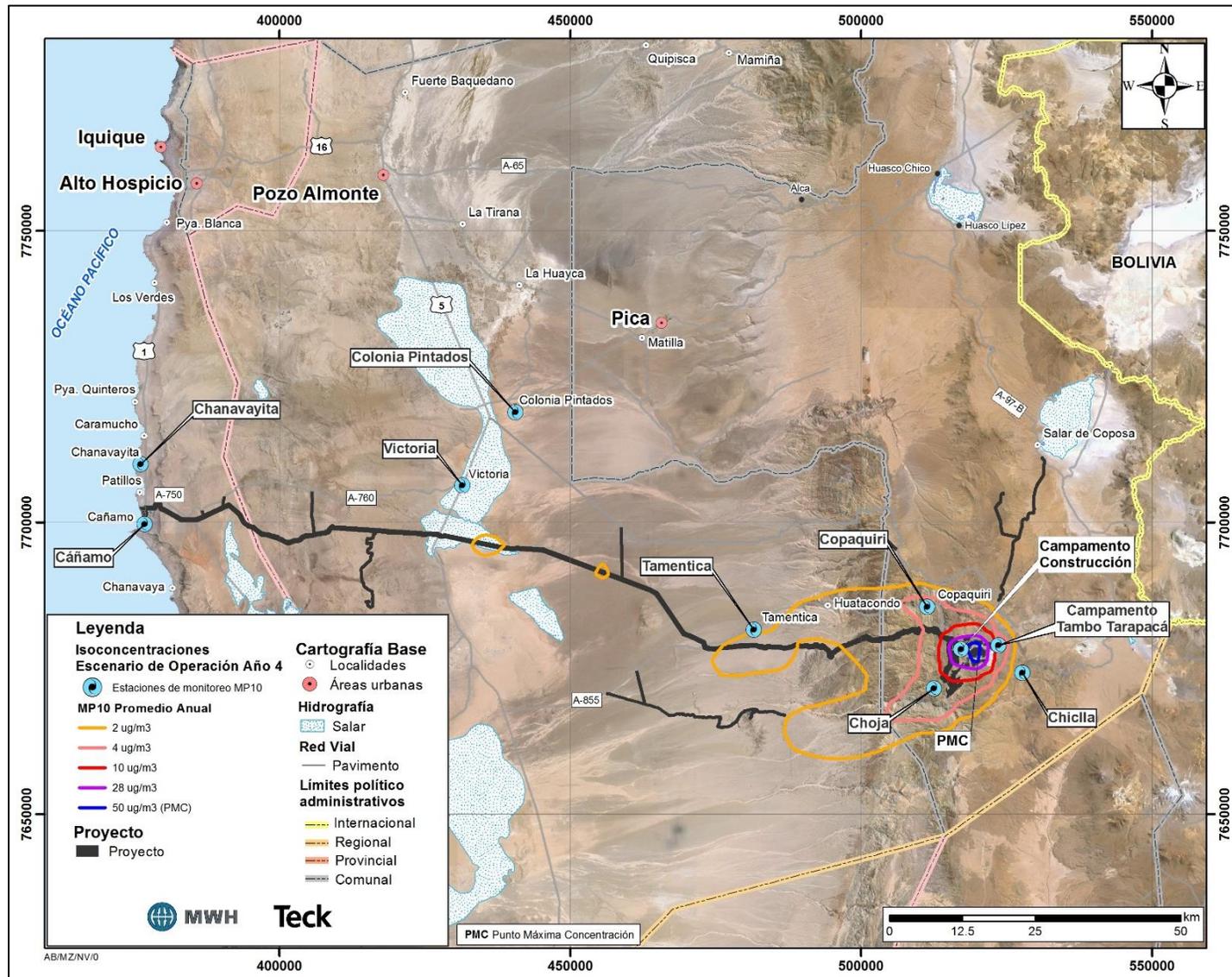
Los mapas de isoconcentraciones de MP_{10} (Figura 4-15 y Figura 4-16) para este escenario de modelación, permiten visualizar el punto de máxima concentración (PMC) de los aportes de MP_{10} del Proyecto para la fase de Operación, en el escenario más desfavorable respecto de las emisiones (año 4). Cabe destacar, que los niveles máximos de aportes se concentran en el Área Mina, de lo anterior se concluye que no se producirán alteraciones significativas de las actuales condiciones basales de calidad del aire de las localidades asociadas al Área Mina (evaluadas a través de las estaciones monitoras), respecto de las emisiones de MP_{10} generadas por el Proyecto durante la fase de Operación.

Figura 4-15. Isoconcentración MP₁₀ Percentil 98 Diario Escenario Fase Operación.



Fuente: Modelación de Calidad del Aire Fase de Operación (Anexo 4.2.1-3).

Figura 4-16. Isoconcentración MP₁₀ Promedio Anual Escenario Fase Operación.



Fuente: Modelación de Calidad del Aire Fase de Operación (Anexo 4.2.1-3).

- Material Particulado Respirable Fino MP_{2.5}

La Tabla 4-72 permite establecer que los aportes del Proyecto en la fase de Operación alcanzan valores máximos de 2,0 µg/m³N para el promedio del año, correspondiendo al 10% de la norma primaria referencial respecto a las concentraciones de MP_{2.5} anual en la estación Choja. Por otra parte, los aportes diarios del Proyecto (percentil 98) alcanzan a 8,2 µg/m³N, los que corresponden a un 16% de la norma diaria de MP_{2.5}. A partir de lo anterior y de los resultados presentados en el Anexo 4.2.1-3, es posible establecer que los aportes del Proyecto para este escenario de modelación para ambos estadísticos de evaluación, no superan los límites establecidos en el D.S. N° 12/2011.

Tabla 4-72. Análisis Comparativo con Normativa Referencial MP_{2.5} “Escenario Fase Operación Área Mina”.

Punto de Análisis	Estadístico	LB µg/m ³	AP _{SA} µg/m ³	LB _M µg/m ³	AP _{FO} µg/m ³	LB _M + AP _{FO} µg/m ³	Norma µg/m ³	% Norma AP _{FO}	% Norma LB _M + AP _{FO}
Chiclla	Promedio del año	1,0	0,3	0,7	0,2	0,9	20	1	5
	Percentil 98 Diario	2,0	1,2	0,8	0,7	1,5	50	1	3
Choja	Promedio del año	1,0	0,3	0,7	2,0	2,7	20	10	13
	Percentil 98 Diario	3,0	1,2	1,8	7,3	9,1	50	15	18
Copaquiri	Promedio del año	2,0	0,3	1,7	1,6	3,3	20	8	16
	Percentil 98 Diario	7,0	1,7	5,3	8,2	13,5	50	16	27

Fuente: Modelación Calidad del Aire Fase Operación (Anexo 4.2.1-3).

Por otra parte, en la Tabla 4-73 se muestran los resultados de MP_{2.5} para los campamentos mineros del Área Mina. Teniendo en cuenta, que el análisis de extrapolación de los monitoreos de MP₁₀ intramuros en las habitaciones del campamento Tambo-Tarapacá, realizadas el año 2015, arrojaron como resultado que las concentraciones en promedio disminuyen un 70% en comparación con las externas, es posible estimar que las concentraciones intramuros serán menores a los valores referenciales de 50 µg/m³ para el percentil 98 y de 20 µg/m³ para el promedio del año. En el Anexo 4.2.1-5 se detalla la relación de las mediciones intramuros y las exteriores.

Tabla 4-73. Resultados Vigente MP_{2.5} “Escenario Fase Operación Campamentos Área Mina”.

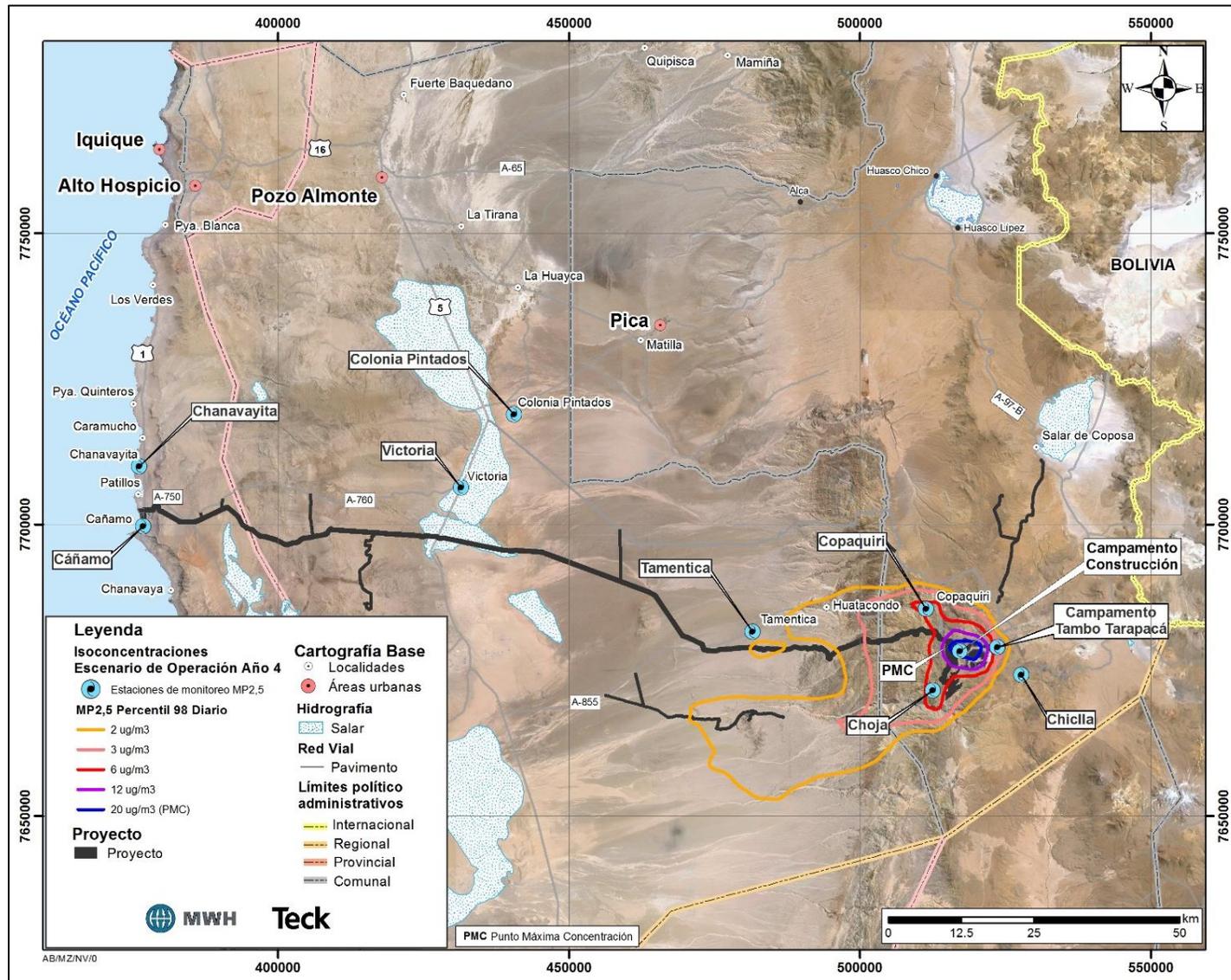
Punto de Análisis	Estadístico	LB µg/m ³	AP _{SA} µg/m ³	LB _M µg/m ³	AP _{FO} µg/m ³	LB _M + AP _{FO} µg/m ³	Extrapolación Intramuros µg/m ³
Campamento Tambo-Tarapacá	Promedio del año	10	1,4	8,6	0,6	9,2	2,8
	Percentil 98 Diario	45	5,2	39,8	2,2	42	12,6
	Promedio del año	10	2,0	8,0	14,3	22,3	6,7

Punto de Análisis	Estadístico	LB µg/m ³	AP _{SA} µg/m ³	LB _M µg/m ³	AP _{FO} µg/m ³	LB _M + AP _{FO} µg/m ³	Extrapolación Intramuros µg/m ³
Campamento Construcción	Percentil 98 Diario	41	8,8	32,2	36,7	68,9	20,7

Fuente: Modelación Calidad del Aire Fase Operación (Anexo 4.2.1-3).

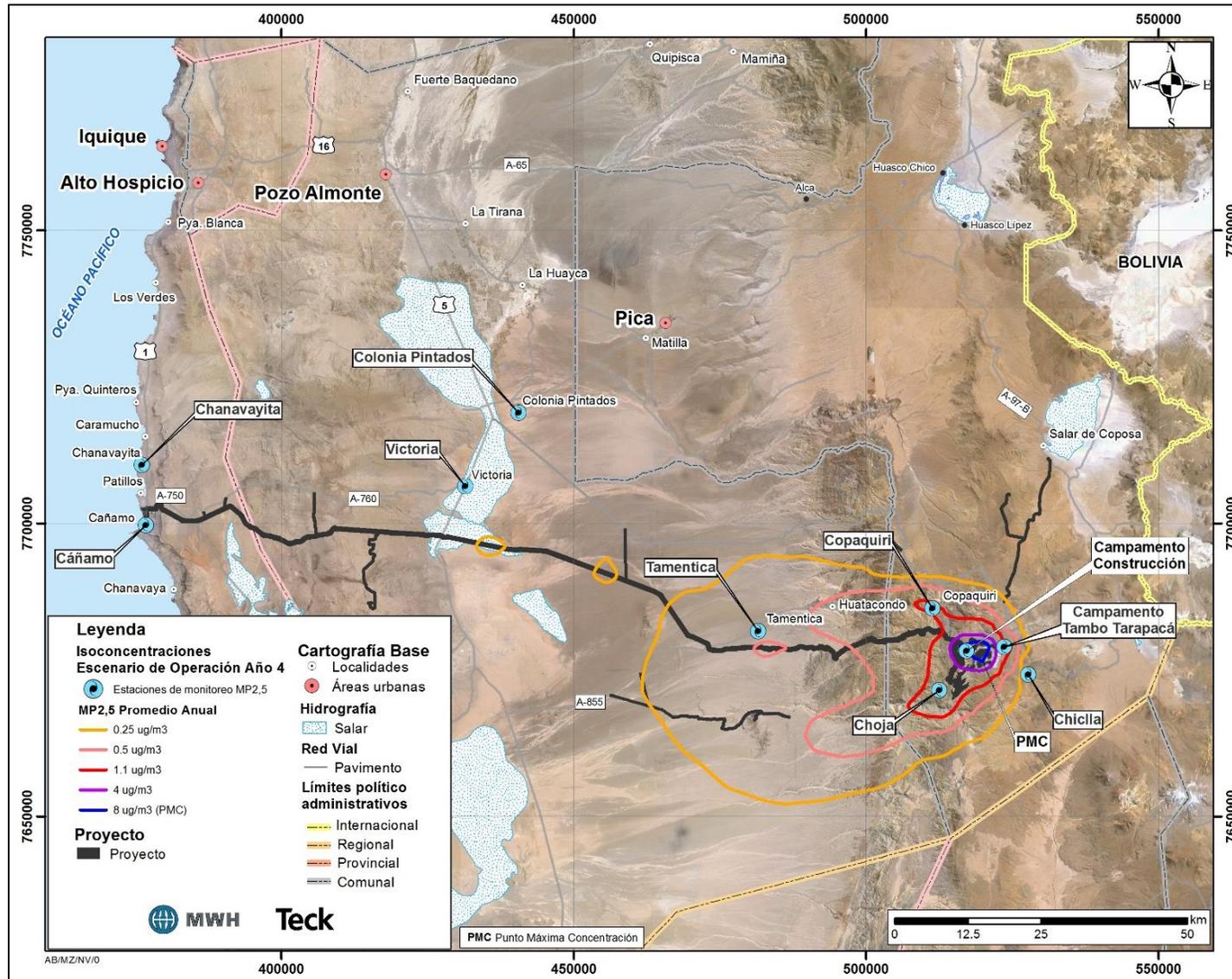
Los mapas de isoconcentraciones de MP_{2.5} (Figura 4-17 y Figura 4-18) para este escenario de modelación, permiten visualizar el punto de máxima concentración (PMC) de los aportes de MP_{2.5} del Proyecto para la fase de Operación, en su escenario más desfavorable respecto a sus emisiones (año 4). Cabe destacar, que los niveles máximos de aportes se concentran en el Área Mina, de lo anterior se concluye que no se producirán alteraciones significativas de las actuales condiciones basales de calidad del aire de las localidades asociadas al Área Mina (evaluadas a través de las estaciones monitoras), respecto de las emisiones de MP_{2.5} generadas por el Proyecto durante la fase de Operación.

Figura 4-17. Isoconcentración MP_{2,5} Percentil 98 Diario Escenario Fase Operación.



Fuente: Modelación de Calidad del Aire Fase de Operación (Anexo 4.2.1-3).

Figura 4-18. Isoconcentración MP_{2,5} Promedio Anual Escenario Fase Operación.



Fuente: Modelación de Calidad del Aire Fase de Operación (Anexo 4.2.1-3).

- Material Particulado Sedimentable

A partir de la Tabla 4-74 es posible establecer que los aportes del Proyecto respecto a las concentraciones de Material Particulado Sedimentable no constituyen un valor sustancial y estos se encuentran por debajo de la normativa de referencia (D.S. N° 04/1992).

Tabla 4-74. Análisis Comparativo con Normativa Referencial MPS, “Escenario Fase Operación Área Mina”.

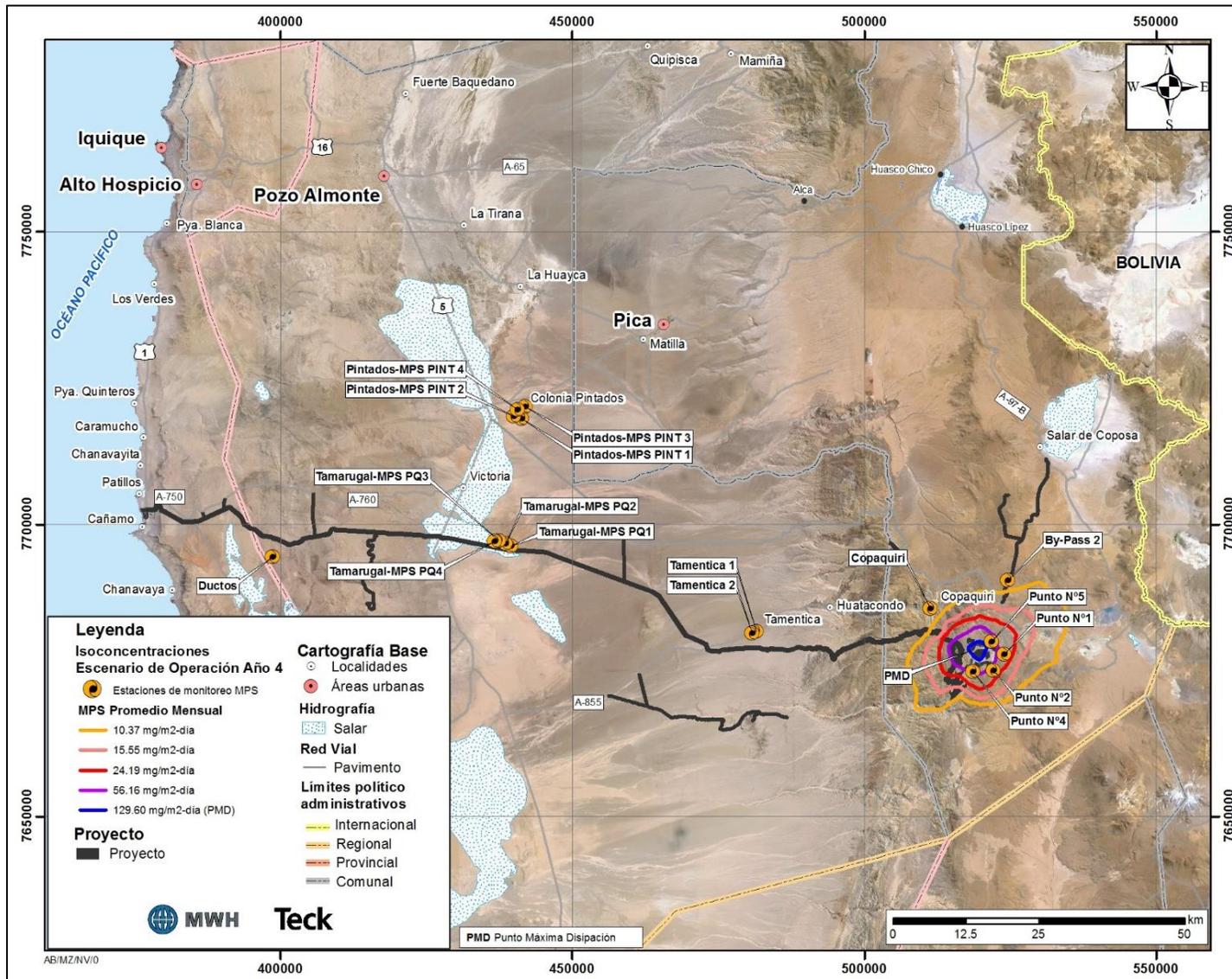
Punto de Análisis	Estadístico	LB mg/m ² -día	AP _{SA} mg/m ² -día	LB _M mg/m ² -día	AP _{FO} mg/m ² -día	LB _M + AP _{FO} mg/m ² -día	Norma mg/m ² -día	% Norm a AP _{FO}	% Norma LB _M + AP _{FO}
Punto 1	Promedio del periodo	73	27,7	45,30	11,1	56,4	100	11	56
	Media Mensual	220	51,2	168,8	24,6	193,4	150	16	129
Punto 2	Promedio del periodo	135	19,5	115,5	14,2	129,7	100	14	130
	Media Mensual	757	49	708	25,7	733,7	150	17	489
Punto 4	Promedio del periodo	96	14,8	81,2	25,7	106,9	100	26	107
	Media Mensual	273	33,1	239,9	49	288,9	150	33	193
Punto 5	Promedio del periodo	95	88,8	6,2	40,2	46,4	100	40	46
	Media Mensual	182	270	0	105,4	105,4	150	70	70
Copaquiri	Promedio del periodo	907	1,8	905,2	4,7	909,9	100	5	910
	Media Mensual	2.417	3,7	2.413,3	9,1	2.422,4	150	6	1.615

Fuente: Modelación Calidad del Aire Fase Operación (Anexo 4.2.1-3).

Los mapas de isoconcentraciones de MPS (Figura 4-19 y Figura 4-20) para este escenario de modelación, permiten visualizar el punto de máxima depositación (PMD) de los aportes de MPS del Proyecto durante la fase de Operación, en su escenario más desfavorable respecto a sus emisiones (año4). Cabe destacar, que los niveles máximos de aportes se concentran principalmente al interior del Área Mina, de lo anterior se concluye que respecto de las emisiones producidas por el Proyecto en la fase de Operación, no se producirán alteraciones significativas de las actuales condiciones basales de calidad del aire en los recursos vegetacionales singulares próximos al Proyecto.

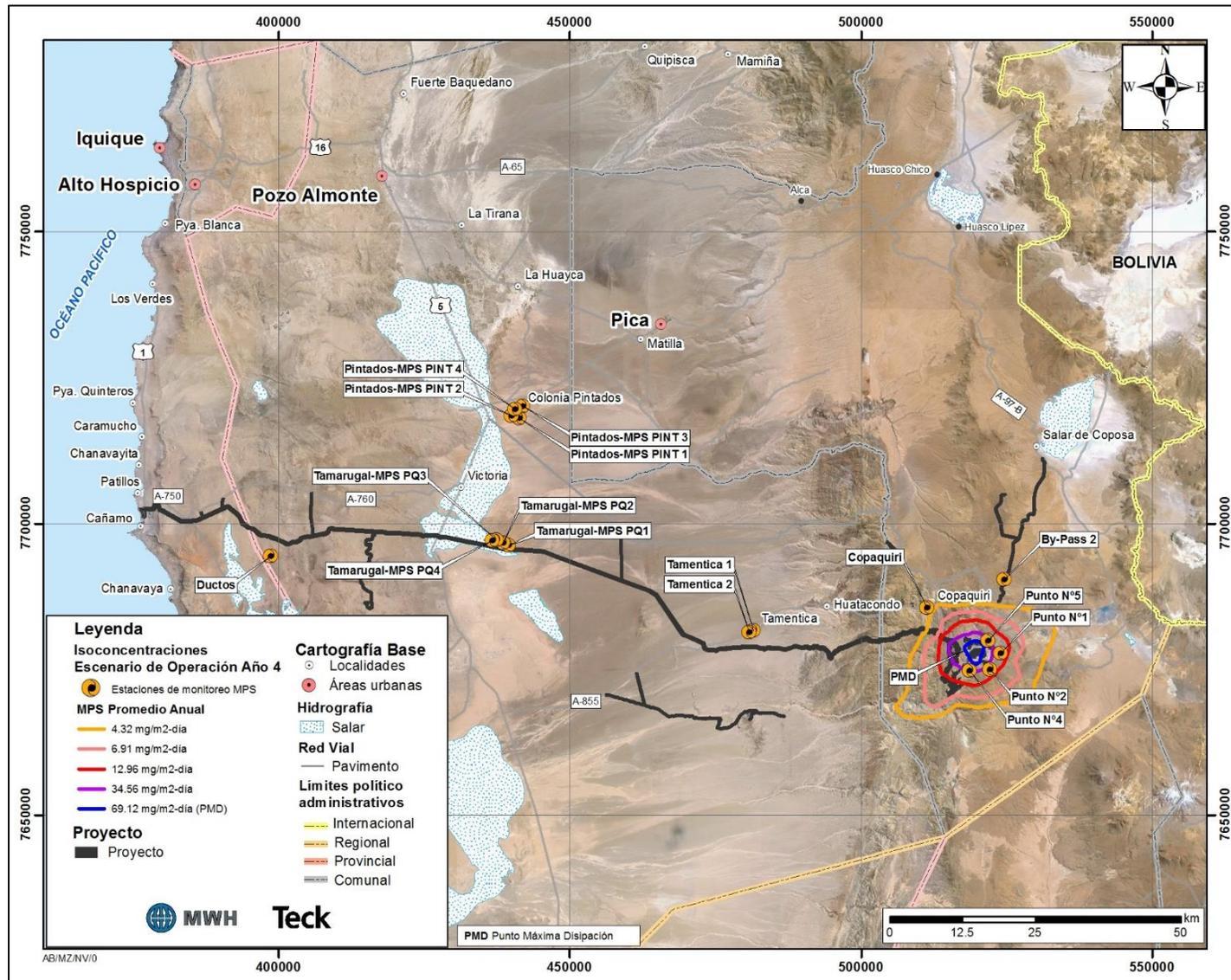
Si bien, el aporte del Proyecto respecto a estas concentraciones es menor, se reconoce afectación a las formaciones vegetacionales por la generación de emisiones de MPS.

Figura 4-19. Isoconcentraciones MPS Mensual Escenario Fase Operación.



Fuente: Modelación de Calidad del Aire Fase de Operación (Anexo 4.2.1-3).

Figura 4-20. Isoconcentraciones MPS Promedio Anual Escenario Fase Operación.



Fuente: Modelación de Calidad del Aire Fase de Operación (Anexo 4.2.1-3).

- Gases

A través de la Tabla 4-75 se puede visualizar los aportes del Proyecto en la fase de Operación para los gases SO₂, NO₂ y CO. Se puede apreciar que para la estación campamento Tambo-Tarapacá no se registra superación de la norma en ningún de los tres gases analizados.

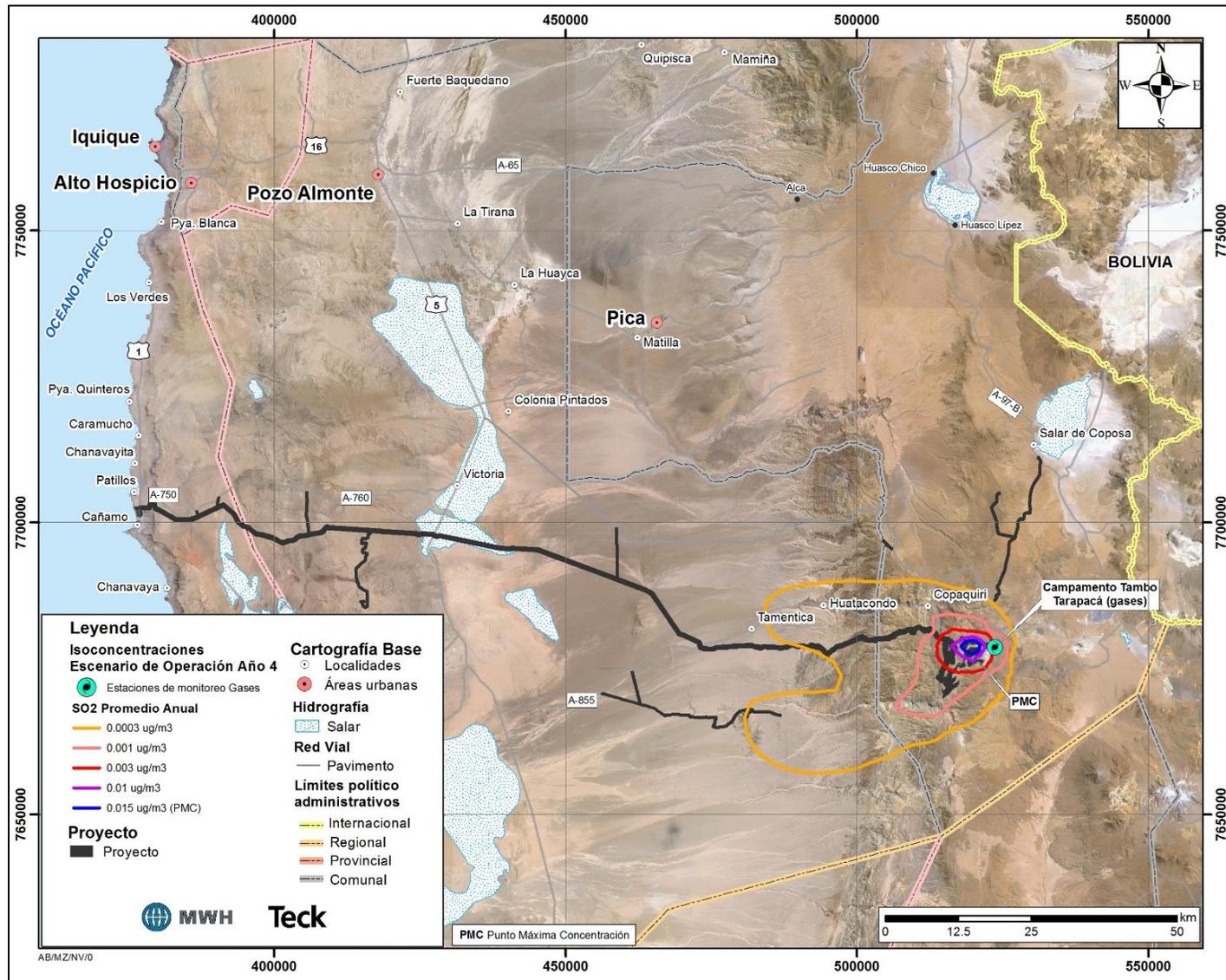
Tabla 4-75. Análisis de Resultados de Gases para Estación Tambo-Tarapacá, “Escenario Fase Operación Área Mina”.

Contaminante	Métrica	Gases (µg/m ³) %				
		LB	AP _{SA}	LB _M	AP _{FO}	LB _M + AP _{FO}
SO ₂	P99 24 horas	30	7,2	22,8	0,0	22,8
	Media Anual	8	1,2	6,8	0,0	6,8
	P99.7 24 horas	35	10,7	24,3	0,0	24,3
	P99.73 1 hora	74	48,7	25,3	0,0	25,3
NO ₂	P99 1 hora	94	24,6	69,4	7,8	77,2
	Media Anual	9	0,5	8,5	0,2	8,7
CO	P99 1 hora	1.077	32,3	1.044,7	1,8	1.046,5
	P99 8 horas	971	9,6	961,4	0,7	962,1

Fuente: Modelación Calidad del Aire Fase Operación (Anexo 4.2.1-3).

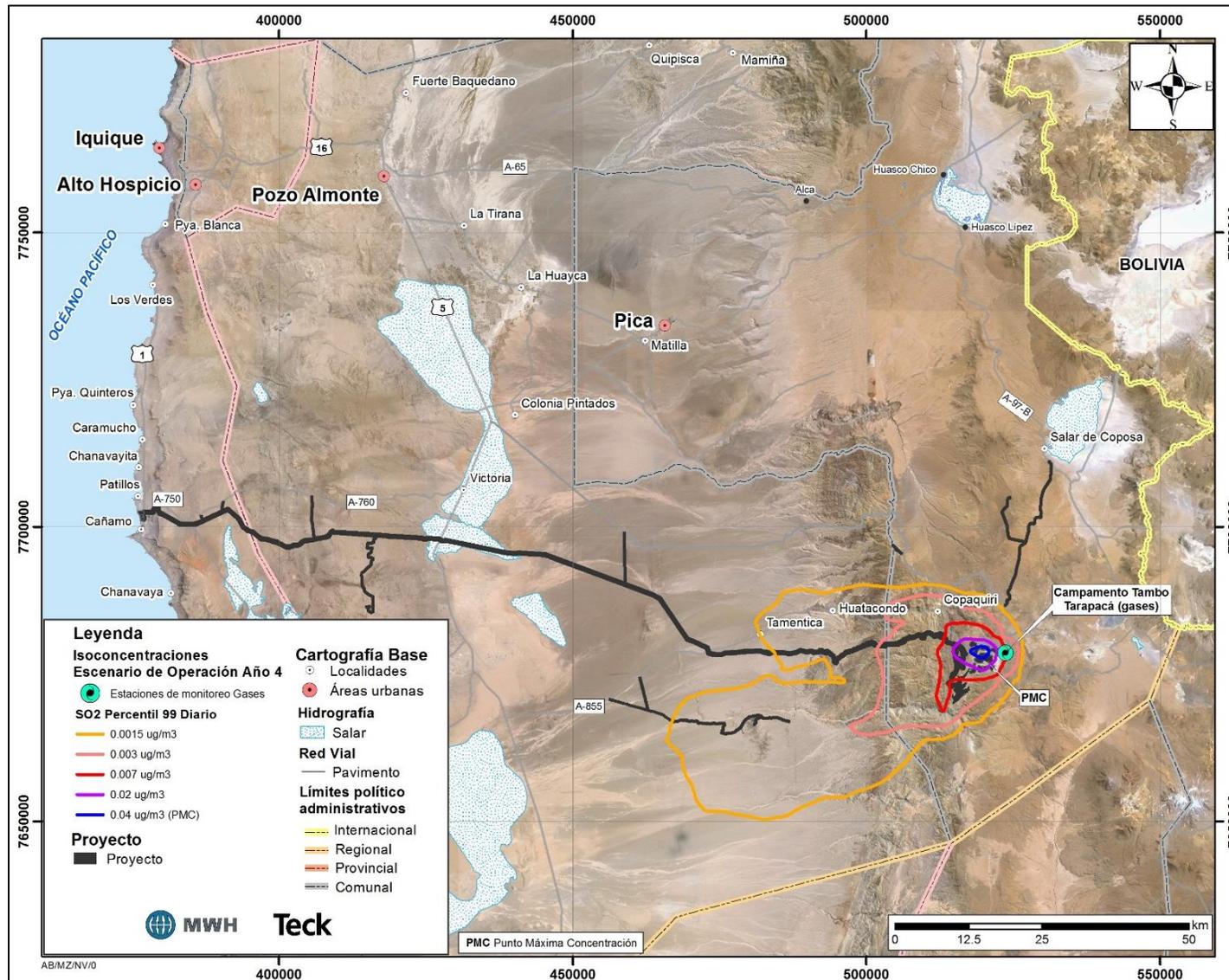
Los mapas de isoconcentraciones de SO₂, NO₂ y CO (Figura 4-21 a la Figura 4-26) permiten visualizar el punto de máxima concentración (PMC) para las concentraciones de SO₂, NO₂ y CO que aportará el Proyecto durante la fase de Operación, en su escenario más desfavorable respecto a sus emisiones (año 4). Cabe destacar, que los niveles máximos de aportes se concentran en el Área Mina, y no hay dispersión de altas concentraciones de gases hacia las localidades cercanas. De lo anterior se concluye que no hay alteraciones significativas de las actuales condiciones basales de calidad del aire de las localidades cercanas al Proyecto, respecto de las emisiones de gases generadas durante la fase de Operación.

Figura 4-21. Isoconcentraciones Media Anual de SO₂ Escenario Fase Operación.



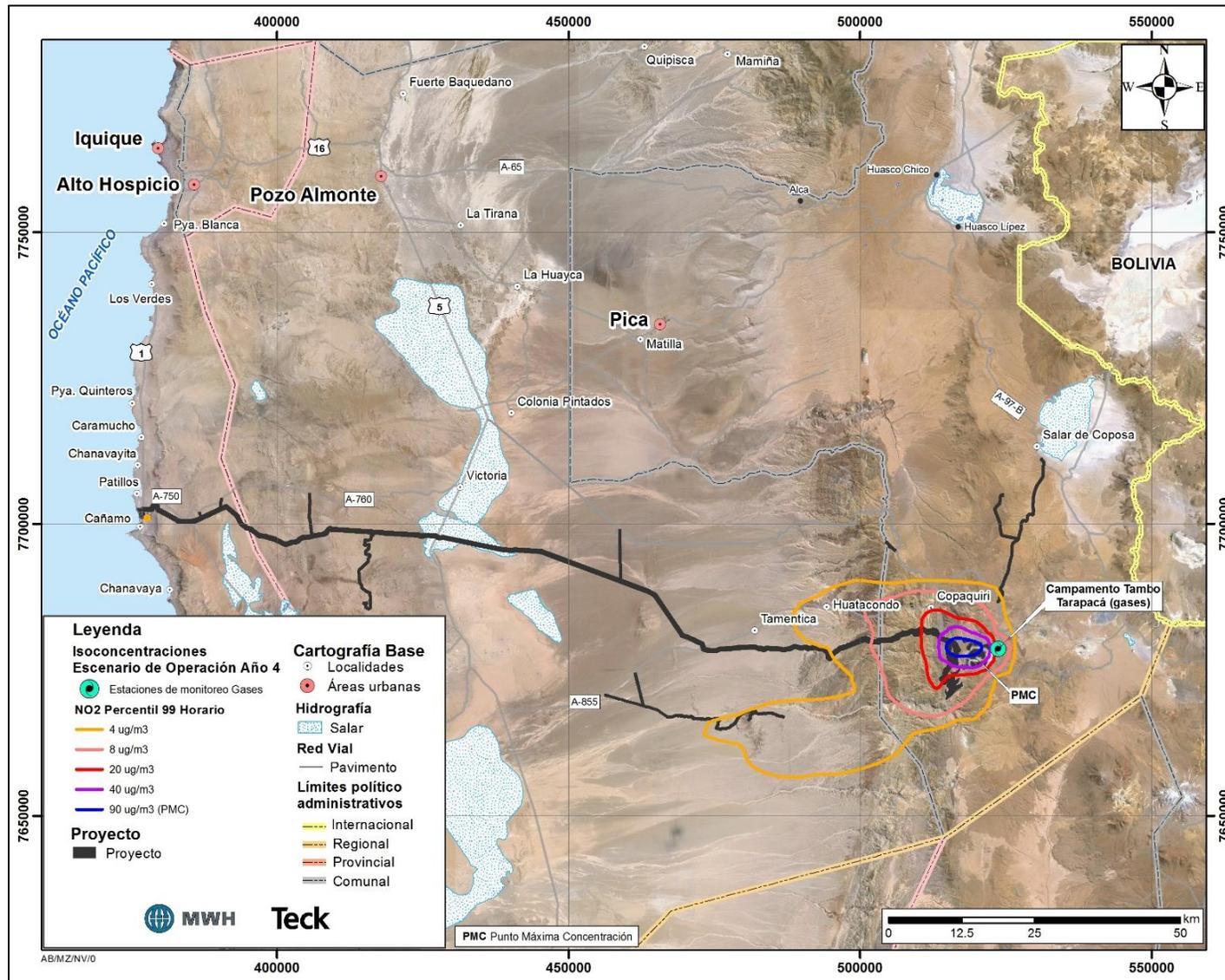
Fuente: Modelación de Calidad del Aire Fase de Operación (Anexo 4.2.1-3).

Figura 4-22. Isoconcentraciones P99 en 24 horas de SO₂ Escenario Fase Operación.



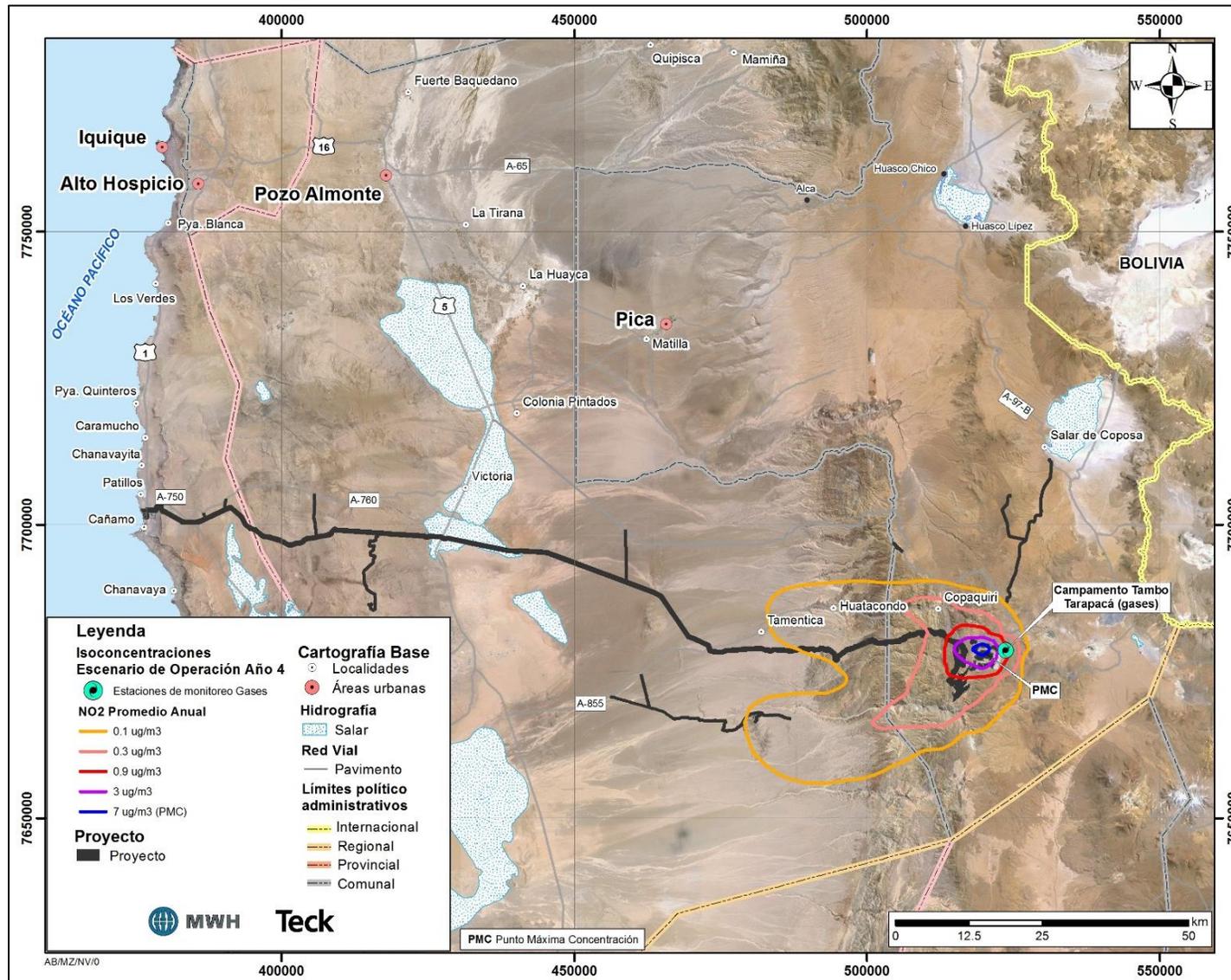
Fuente: Modelación de Calidad del Aire Fase de Operación (Anexo 4.2.1-3).

Figura 4-23. Isoconcentraciones P99 en 24 horas de NO₂ Escenario Fase Operación.



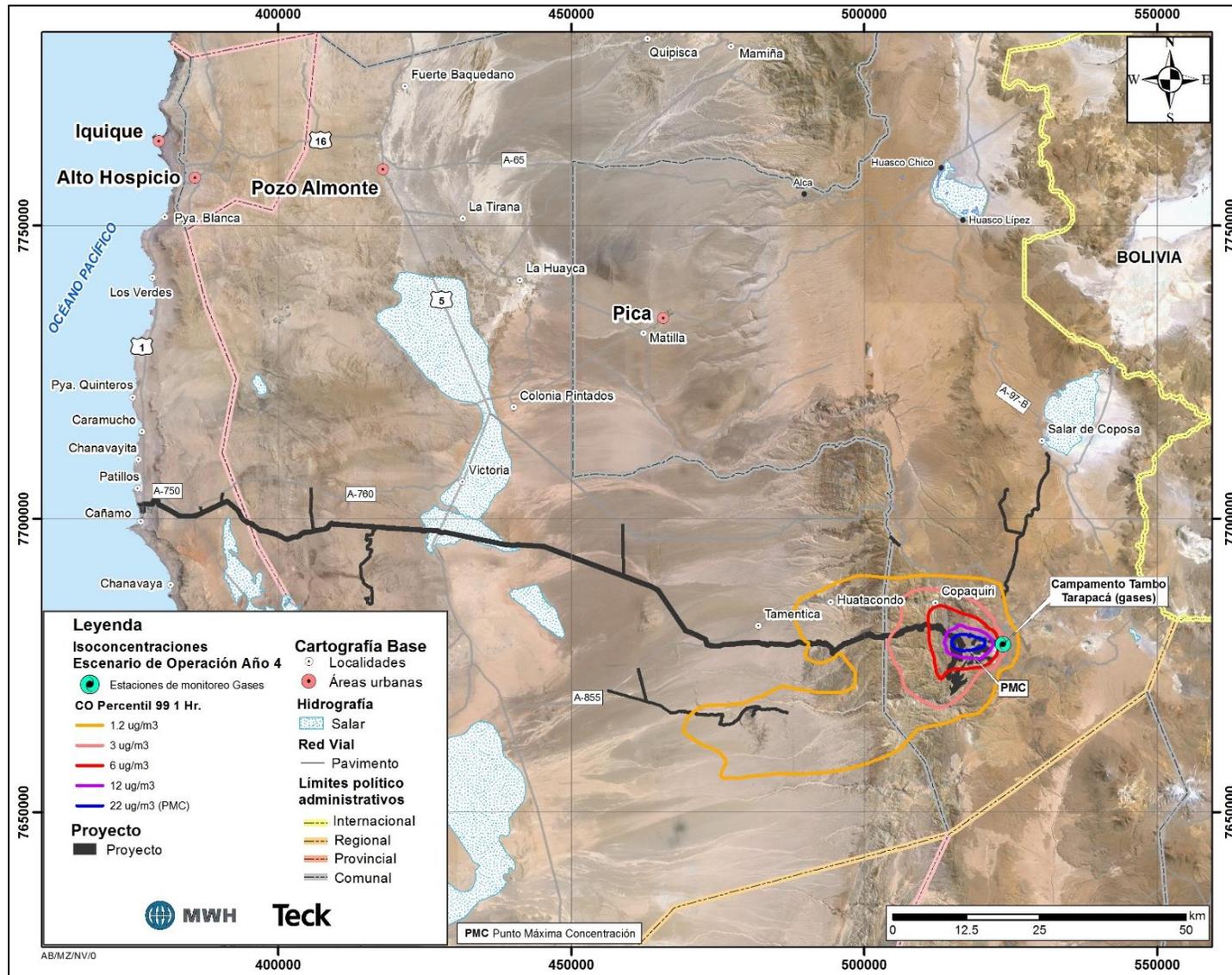
Fuente: Modelación de Calidad del Aire Fase de Operación (Anexo 4.2.1-3).

Figura 4-24. Isoconcentraciones Promedio Anual de NO₂ Escenario Fase Operación.



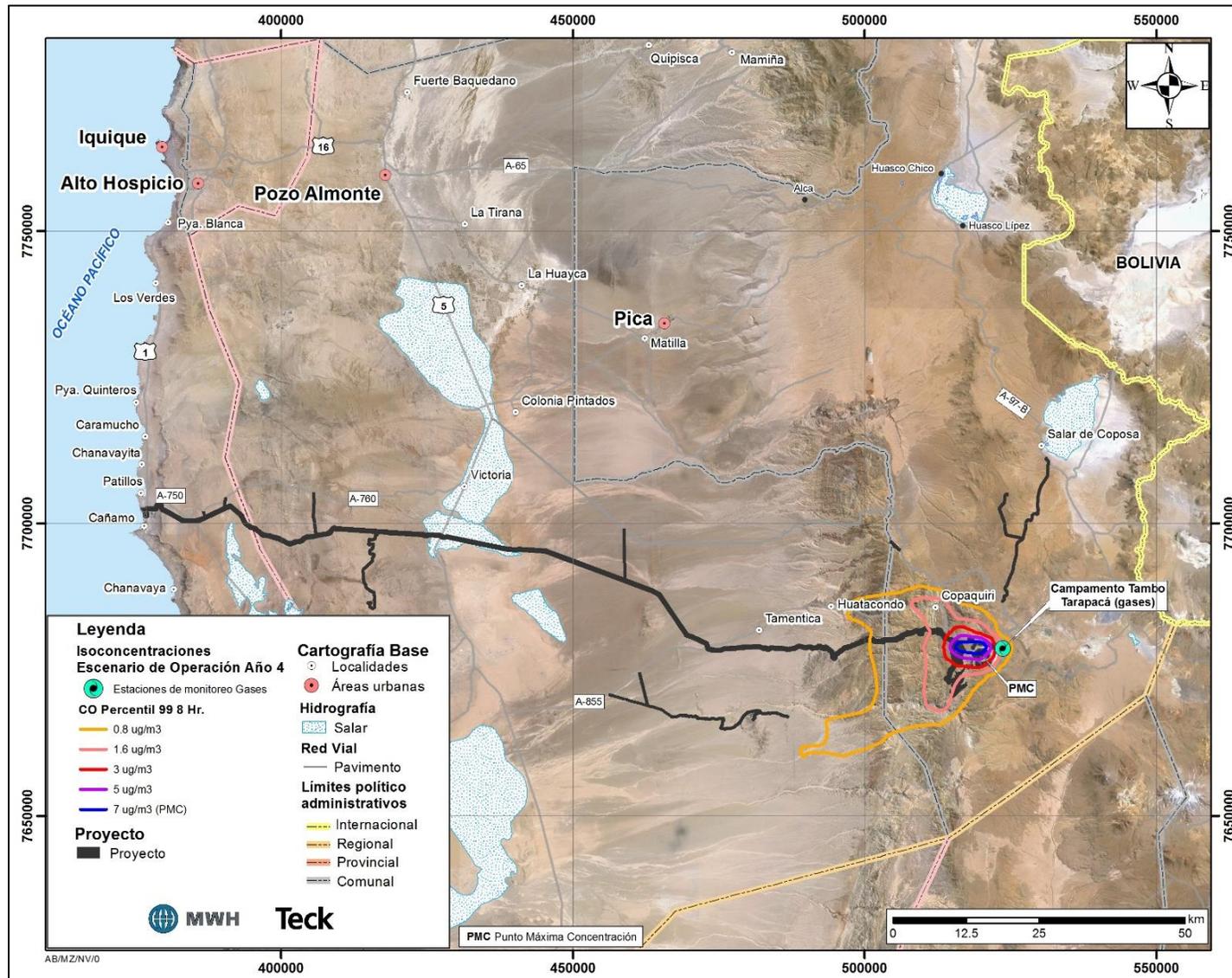
Fuente: Modelación de Calidad del Aire Fase de Operación (Anexo 4.2.1-3).

Figura 4-25. Isoconcentraciones P99 en 1 hora de CO Escenario Fase Operación.



Fuente: Modelación de Calidad del Aire Fase de Operación (Anexo 4.2.1-3).

Figura 4-26. Isoconcentraciones P99 en 8 horas de CO Escenario Fase Operación.



Fuente: Modelación de Calidad del Aire Fase de Operación (Anexo 4.2.1-3).

- Área Obras Lineales

A partir, de los resultados presentados de la Modelación de la Fase de Operación (Anexo 4.2.1-3) para el área de Obras Lineales, es posible establecer que el Proyecto no superará los límites establecidos en la normativa de referencia para cada parámetro analizado (MP₁₀ y MP_{2.5}). Respecto a las concentraciones de MPS, los niveles registrados en la Línea de Base (estaciones de monitoreo) superan los límites establecidos en la normativa de referencia. Si bien el aporte del Proyecto respecto a estas concentraciones es menor, el Proyecto reconoce afectación a las formaciones vegetacionales por la generación de emisiones de MPS.

- Material Particulado Respirable MP₁₀

La Tabla 4-76 permite establecer que el Proyecto en la fase de Operación en el área de Obras Lineales, alcanza su aporte con valores máximos de 1,8 µg/m³ para el promedio del periodo, correspondientes al 3,6% del valor de la norma referencial sobre el promedio del período para MP₁₀. Mientras que para el percentil 98, los valores diarios del aporte del Proyecto alcanzan a 7,3 µg/m³, correspondientes a un 4,9% del valor de la norma referencial diaria de MP₁₀. Conforme a lo anterior, y a partir de los resultados presentados en Anexo 4.2.1-3, es posible establecer que los aportes del Proyecto para este escenario de modelación, no superan los límites establecidos en el D.S. N° 59/1998.

Tabla 4-76. Análisis Comparativo con Normativa Referencial MP₁₀, “Escenario Fase Operación Área Obras Lineales”.

Punto de Análisis	Estadístico	LB µg/m ³	AP _{SA} µg/m ³	LB _M µg/m ³	AP _{FO} µg/m ³	LB _M + AP _{FO} µg/m ³	Norma µg/m ³	% Norma AP _{FO}	% Norma LB _M + AP _{FO}
Victoria	Promedio del periodo	31	2,2	28,8	0,2	29	50	0,4	58
	Percentil 98 Diario	79	4,2	74,8	0,6	75,4	150	0,4	50
Colonia Pintados	Promedio del periodo	47	1,4	45,6	0,1	45,7	50	0,2	91
	Percentil 98 Diario	107	3,0	104,0	0,6	104,6	150	0,4	70
Tamentica	Promedio del periodo	17	1,6	15,4	1,8	17,2	50	3,6	34
	Percentil 98 Diario	79	6,1	72,9	7,3	80,2	150	4,9	53

Fuente: Modelación Calidad del Aire Fase Operación (Anexo 4.2.1-3).

Los mapas de isoconcentraciones de MP₁₀ para este escenario de modelación, presentados en el análisis de resultados del Área Mina (Figura 4-15 y Figura 4-16), permiten visualizar el punto de máxima concentración (PMC) de los aportes de MP₁₀ del Proyecto durante la fase de Operación, en su escenario más desfavorable respecto a sus emisiones (año 4). Cabe destacar, que los niveles máximos de aportes se concentran en el Área Mina, de lo anterior se concluye que no se producirán alteraciones significativas de las actuales condiciones basales de calidad

del aire de las localidades asociadas al Área Obras Lineales (evaluadas a través de las estaciones monitoras), respecto de las emisiones de MP₁₀ generadas por el Proyecto durante la fase de Operación.

- Material Particulado Respirable Fino MP_{2.5}

La Tabla 4-77 permite establecer que los aportes del Proyecto en la fase Operación en el Área Obras Lineales alcanzan valores máximos de 0,4 µg/m³N para el promedio de periodo, correspondiendo este al 2% de la norma primaria de referencia respecto a las concentraciones de MP_{2.5} anuales en la estación Tamentica. Por otra parte, los aportes máximos diarios del Proyecto (percentil 98) alcanzan a 1,7 µg/m³N, los que corresponden a un 3% de la norma referencial diaria de MP_{2.5}, igualmente en la estación Tamentica. A partir de lo anterior y de los resultados presentados en el Anexo 4.2.1-3, es posible establecer que los aportes del Proyecto para este escenario de modelación, para ambos estadísticos de evaluación, no superan los límites establecidos en el D.S. N° 12/2011.

Tabla 4-77. Análisis Comparativo con Normativa Referencial MP_{2.5} “Escenario Fase Operación Área Obras Lineales”.

Punto de Análisis	Estadístico	LB µg/m ³	AP _{SA} µg/m ³	LB _M µg/m ³	AP _{FO} µg/m ³	LB _M + AP _{FO} µg/m ³	Norma µg/m ³	% Norma AP _{FO}	% Norma LB _M + AP _{FO}
Victoria	Promedio del periodo	6,0	0,6	5,4	0	5,4	20	0	27
	Percentil 98 Diario	11,0	1,2	9,8	0,1	9,9	50	0,2	20
Colonia Pintados	Promedio del periodo	5,0	0,4	4,6	0	4,6	20	0	23
	Percentil 98 Diario	14,0	0,8	13,2	0,2	13,4	50	0,4	27
Tamentica	Promedio del periodo	3,0	0,3	2,7	0,4	3,1	20	2	15
	Percentil 98 Diario	9,0	1,3	7,7	1,7	9,4	50	3	19

Fuente: Modelación Calidad del Aire Fase Operación (Anexo 4.2.1-3).

Los mapas de isoconcentraciones de MP_{2.5} para este escenario de modelación, presentados en el análisis de resultados del Área Mina (Figura 4-17 y Figura 4-18), permiten visualizar el punto de máxima concentración (PMC) de los aportes de MP_{2.5} del Proyecto durante la fase de Operación, en su escenario más desfavorable respecto a sus emisiones (año 4). Cabe destacar, que los niveles máximos de aportes se concentran en el Área Mina, de lo anterior se concluye que no se producirán alteraciones significativas de las actuales condiciones basales de calidad del aire de las localidades asociadas al Área Obras Lineales (evaluadas a través de las estaciones monitoras), respecto de las emisiones de MP_{2.5} generadas por el Proyecto durante la fase de Operación.

- Material Particulado Sedimentable

A partir de la Tabla 4-78 es posible establecer que los aportes del Proyecto durante la fase de Operación en el área de Obras Lineales, respecto a las concentraciones de material particulado sedimentable, no constituyen un valor sustancial y estos se encuentran por debajo de la normativa de referencia (D.S. N° 04/1992).

Tabla 4-78. Análisis Comparativo con Normativa Referencial MPS, “Escenario Fase Operación, Estaciones Área Obras Lineales”.

Punto de Análisis	Estadístico	LB mg/m ² - día	AP _{SA} mg/m ² - día	LB _M mg/m ² - día	AP _{FO} mg/m ² - día	LB _M + AP _{FO} mg/m ² - día	Norma mg/m ² -día	% Norma AP _{FO}	% Norma LB _M + AP _{FO}
Tamarugal- MPS PQ1	Promedio del periodo	63	0,50	62,5	0,8	63,3	100	0,8	63
	Media Mensual	105	0,8	104,2	0,9	105,1	150	0,6	70
Tamarugal- MPS PQ2	Promedio del periodo	60	0,50	59,5	1,1	60,6	100	1,1	61
	Media Mensual	106	0,7	105,3	1,2	106,5	150	0,8	71
Tamarugal- MPS PQ3	Promedio del periodo	95	0,50	94,5	1,1	95,6	100	1,1	96
	Media Mensual	152	0,7	151,3	1,2	152,5	150	0,8	102
Tamarugal- MPS PQ4	Promedio del periodo	61	0,50	60,5	2,0	62,5	100	2,0	63
	Media Mensual	90	0,7	89,3	2,3	91,6	150	1,5	61
Pintados- MPS PINT 1	Promedio del periodo	111	0,90	110,1	0,1	110,2	100	0,1	110
	Media Mensual	248	1,0	247	0,1	247,1	150	0,1	165
Pintados- MPS PINT 2	Promedio del periodo	99	0,70	98,3	0,1	98,4	100	0,1	98
	Media Mensual	210	0,9	209,1	0,1	209,2	150	0,1	139
Pintados- MPS PINT 3	Promedio del periodo	117	0,70	116,3	0,1	116,4	100	0,1	116
	Media Mensual	208	0,8	207,2	0,1	207,3	150	0,1	138
Pintados- MPS PINT 4	Promedio del periodo	71	0,70	70,3	0,1	70,4	100	0,1	70
	Media Mensual	132	0,8	131,2	0,1	131,3	150	0,1	88
Ductos	Promedio del periodo	420	0,10	419,9	0,0	419,9	100	0,0	420
	Media Mensual	1.916	0,2	1.915	0,0	1.915,0	150	0,0	1.277
Tamentica 1	Promedio del periodo	461	0,80	460,2	1,1	461,3	100	1,1	461

Punto de Análisis	Estadístico	LB mg/m ² - día	AP _{SA} mg/m ² - día	LB _M mg/m ² - día	AP _{FO} mg/m ² - día	LB _M + AP _{FO} mg/m ² - día	Norma mg/m ² -día	% Norma AP _{FO}	% Norma LB _M + AP _{FO}
	Media Mensual	2.033	1,2	2.032	1,5	2.033,5	150	1,0	1.356
Tamentica 2	Promedio del periodo	477	0,80	476.2	1,0	477,2	100	1,0	477
	Media Mensual	1.958	1,1	1957	1,5	1.958,5	150	1,0	1.306
By-Pass 2	Promedio del periodo	621	8,60	612,4	2,5	614,9	100	2,5	615
	Media Mensual	2.598	15,6	2.582,4	7,9	2.590,3	150	5,3	1.727

Fuente: Modelación Calidad del Aire Fase Operación (Anexo 4.2.1-3).

Los mapas de isoconcentraciones de MPS para este escenario de modelación, presentados en el análisis de resultados del Área Mina (Figura 4-19 y Figura 4-20), permiten visualizar el punto de máxima deposición (PMD) de los aportes de MPS del Proyecto durante la fase de Operación. Cabe destacar que los niveles máximos de aportes se concentran principalmente al interior del Área Mina, de lo anterior se concluye que, respecto de las emisiones producidas por el Proyecto en la fase de Operación, no se producirán alteraciones significativas de las actuales condiciones basales de calidad del aire en los recursos vegetacionales singulares próximos al Proyecto.

Si bien, el aporte del Proyecto respecto a estas concentraciones es menor, el Proyecto reconoce afectación a las formaciones vegetacionales por la generación de emisiones de MPS.

- Área Puerto

A partir, de los resultados presentados para el área Puerto, es posible establecer que el Proyecto no superará los límites establecidos en la normativa para cada parámetro analizado (MP₁₀, MP_{2.5}).

- Material Particulado Respirable MP₁₀

La Tabla 4-79 permite establecer que el Proyecto en la etapa de Operación en el área Puerto alcanza su aporte con valores máximos de 0,04 µg/m³ para el promedio del periodo, correspondientes al 0,1% del valor de la norma referencial sobre el promedio del período para MP₁₀. Mientras que para el percentil 98, los valores diarios del aporte del Proyecto alcanzan a 0,3 µg/m³, correspondientes a un 0,2% del valor de la norma referencial diaria de MP₁₀ en la estación Cádiz Conforme a lo anterior y a partir de los resultados presentados en el Anexo 4.2.1-3, es posible establecer que los aportes del Proyecto para este escenario de modelación, no superan los límites establecidos en el D.S. N° 59/1998.

Tabla 4-79. Análisis Comparativo con Normativa Referencial MP₁₀, “Escenario Fase Operación Área Puerto”.

Punto de Análisis	Estadístico	LB µg/m ³	AP _{SA} µg/m ³	LB _M µg/m ³	AP _{FO} µg/m ³	AP _{OP} ³⁸ µg/m ³	LB _M + AP _{FO} µg/m ³	Norma µg/m ³	% Norma AP _{FO}	% Norma LB _M + AP _{FO}
Chanavayita	Promedio del periodo	30	0,8	29,2	0,04	0,6	29,8	50	0,1	60
	Percentil 98 Diario	64	1,5	62,5	0,1	5,1	67,7	150	0,1	45
Cáñamo	Promedio del periodo	24	0,4	23,6	0	0,2	23,8	50	0	48
	Percentil 98 Diario	51	1,1	49,9	0,3	5,7	55,9	150	0,2	37

Fuente: Modelación Calidad del Aire Fase Operación (Anexo 4.2.1-3).

Los mapas de isoconcentraciones de MP₁₀ para este escenario de modelación, presentados en el análisis de resultados del Área Mina (Figura 4-15 y Figura 4-16), permiten visualizar el punto de máxima concentración (PMC) de los aportes de MP₁₀ del Proyecto durante la fase de Operación, en su escenario más desfavorable respecto a sus emisiones (año 4). Cabe destacar, que los niveles máximos de aportes se concentran en el Área Mina, de lo anterior se concluye que no se producirán alteraciones significativas de las actuales condiciones basales de calidad del aire de las localidades asociadas al Área Puerto (evaluadas a través de las estaciones monitoras), respecto de las emisiones de MP₁₀ generadas por el Proyecto durante la fase de Operación.

- Material Particulado Respirable Fino MP_{2.5}

La Tabla 4-80 permite establecer que no existen aportes del Proyecto para el promedio de periodo respecto a las concentraciones de MP_{2.5} anuales. Por otra parte, los aportes diarios del Proyecto (percentil 98) alcanzan a 0,1 µg/m³N, los que corresponden al 0,2% de la norma referencial diaria de MP_{2.5}. A partir de lo anterior y de los resultados presentados en el Anexo 4.2.1-3, es posible establecer que los aportes del Proyecto para este escenario de modelación para ambos estadísticos de evaluación, no supera los límites establecidos en el D.S. N° 12/2011.

Tabla 4-80. Análisis Comparativo con Normativa Referencial MP_{2.5} “Escenario Fase Operación Área Puerto”.

Punto de Análisis	Estadístico	LB µg/m ³	AP _{SA} µg/m ³	LB _M µg/m ³	AP _{FO} µg/m ³	AP _{OP} ³⁹ µg/m ³	LB _M + AP _{FO} µg/m ³	Norma µg/m ³	% Norma AP _{FO}	% Norma LB _M + AP _{FO}
Chanavayita	Promedio del periodo	14,0	0,2	13,8	0	1	14,8	20	0	74

³⁸ Aportes de otros proyectos.

³⁹ Aportes de otros proyectos.

Punto de Análisis	Estadístico	LB $\mu\text{g}/\text{m}^3$	AP _{SA} $\mu\text{g}/\text{m}^3$	LB _M $\mu\text{g}/\text{m}^3$	AP _{FO} $\mu\text{g}/\text{m}^3$	AP _{OP} ₃₉ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	LB _M + AP _{FO} $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Norma $\mu\text{g}/\text{m}^3$	% Norma AP _{FO}	% Norma LB _M + AP _{FO}
	Percentil 98 Diario	31,0	0,4	30,6	0,1	1	31,7	50	0,2	63
Cáñamo	Promedio del periodo	12	0,1	11,9	0	0	11,9	20	0	60
	Percentil 98 Diario	25	0,2	24,8	0,1	1	25,9	50	0,2	52

Fuente: Modelación Calidad del Aire Fase Operación (Anexo 4.2.1-3).

Los mapas de isoconcentraciones de MP_{2.5} para este escenario de modelación, presentados en el análisis de resultados del Área Mina (Figura 4-17 y Figura 4-18), permiten visualizar el punto de máxima concentración (PMC) de los aportes de MP_{2.5} del Proyecto durante la fase de Operación, en su escenario más desfavorable respecto a sus emisiones (año 4). Cabe destacar, que los niveles máximos de aportes se concentran en el Área Mina, de lo anterior se concluye que no se producirán alteraciones significativas de las actuales condiciones basales de calidad del aire de las localidades asociadas al Área Puerto (evaluadas a través de las estaciones monitoras), respecto de las emisiones de MP_{2.5} generadas por el Proyecto durante la fase de Operación.

b.4) Modelación Escenario Fase Cierre

A fin de comparar períodos similares de tiempo en las distintas estaciones de monitoreo, se utiliza el criterio de uso año calendario (Enero – Diciembre del 2015) en forma ideal. No obstante, en aquellas variables que se iniciaron mediciones durante al año 2015, se hará uso de información disponible del año 2016 para completar el periodo de un año.

- Área Mina

A partir de los resultados presentados en la Modelación del Escenario Fase de Cierre para el Área Mina (ver Anexo 4.2.1-4), es posible establecer que el Proyecto no superará los límites establecidos en la normativa referencial para cada parámetro analizado (MP₁₀, MP_{2.5}).

- Material Particulado Respirable MP₁₀

La Tabla 4-81 permite establecer que el Proyecto en la fase de Cierre, alcanza su aporte con valores máximos de 0,27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para el promedio del año, correspondientes al 0,54% del valor de la norma referencial sobre el promedio del año para MP₁₀. Mientras que para el percentil 98, los valores diarios del aporte del Proyecto alcanzan a 0,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, correspondientes a un 0,46% del valor de la norma referencial diaria de MP₁₀, Ambos valores estimados en la estación de Chiclla. Conforme a lo anterior y a partir de los resultados presentados en el Anexo 4.2.1-4, es posible establecer que los aportes del Proyecto para este escenario de modelación, no superan los límites establecidos en el D.S. N° 59/1998.

Tabla 4-81. Análisis Comparativo con Normativa Referencial MP₁₀ Escenario Fase Cierre.

Punto de Análisis	Estadístico	LB ⁴⁰ µg/m ³	AP ^{SA} ₄₁ µg/m ³	LB _M ⁴² µg/m ³	AP _{FCI} ⁴³ µg/m ³	LB _M + AP _{FC} µg/m ³	Norma µg/m ³	% Norma AP _{FCI}	% Norma LB _M + AP _{FCI}
Chiclla	Promedio del año	7	1,6	5,4	0,3	5,7	50	0,5	11
	Percentil 98 Diario	19	8,0	11,0	0,7	11,7	150	0,5	8
Choja	Promedio del año	17	1,3	15,7	0,1	15,8	50	0,2	32
	Percentil 98 Diario	66	5,4	60,6	0,5	61,1	150	0,3	41
Copaquiri	Promedio del año	17	1,5	15,5	0,1	15,6	50	0,1	31
	Percentil 98 Diario	52	7,7	44,3	0,3	44,6	150	0,2	30

Fuente: Modelación Calidad del Aire Fase Cierre (Anexo 4.2.1-4).

En la Tabla 4-82 se muestran los resultados de las modelaciones de la fase Cierre para los campamentos mineros del Área Mina para MP₁₀.

Tabla 4-82 Resultados MP₁₀ Campamentos “Escenario Fase Cierre Área Mina”.

Punto de Análisis	Estadístico	LB µg/m ³	AP ^{SA} µg/m ³	LB _M µg/m ³	AP _{FCI} µg/m ³	LB _M + AP _{FCI} µg/m ³
Campamento Tambo-Tarapacá	Promedio del año	27	11,2	15,8	2,7	18,4
	Percentil 98 Diario	76	38,3	37,7	7	44,7
Campamento Construcción	Promedio del año	20	13,0	7,0	1,3	8,2
	Percentil 98 Diario	87	57,0	30	5,0	35,0

Fuente: Modelación Calidad del Aire Fase Cierre (Anexo 4.2.1-4).

Los mapas de isoconcentraciones de MP₁₀ (Figura 4-27 y Figura 4-28) para este escenario de modelación, permiten visualizar el punto de máxima concentración (PMC) de las concentraciones de MP₁₀ que aportará el Proyecto en la fase de Cierre, en su escenario más desfavorable respecto a sus emisiones. Cabe destacar que los niveles máximos de aportes se concentran en el Área Mina, de lo anterior se concluye que no hay alteraciones significativa de las actuales condiciones basales de calidad del aire de las localidades asociadas al Área Mina (evaluadas a través de las estaciones monitoras), respecto de las emisiones de MP₁₀ generadas por el Proyecto durante la fase de Cierre.

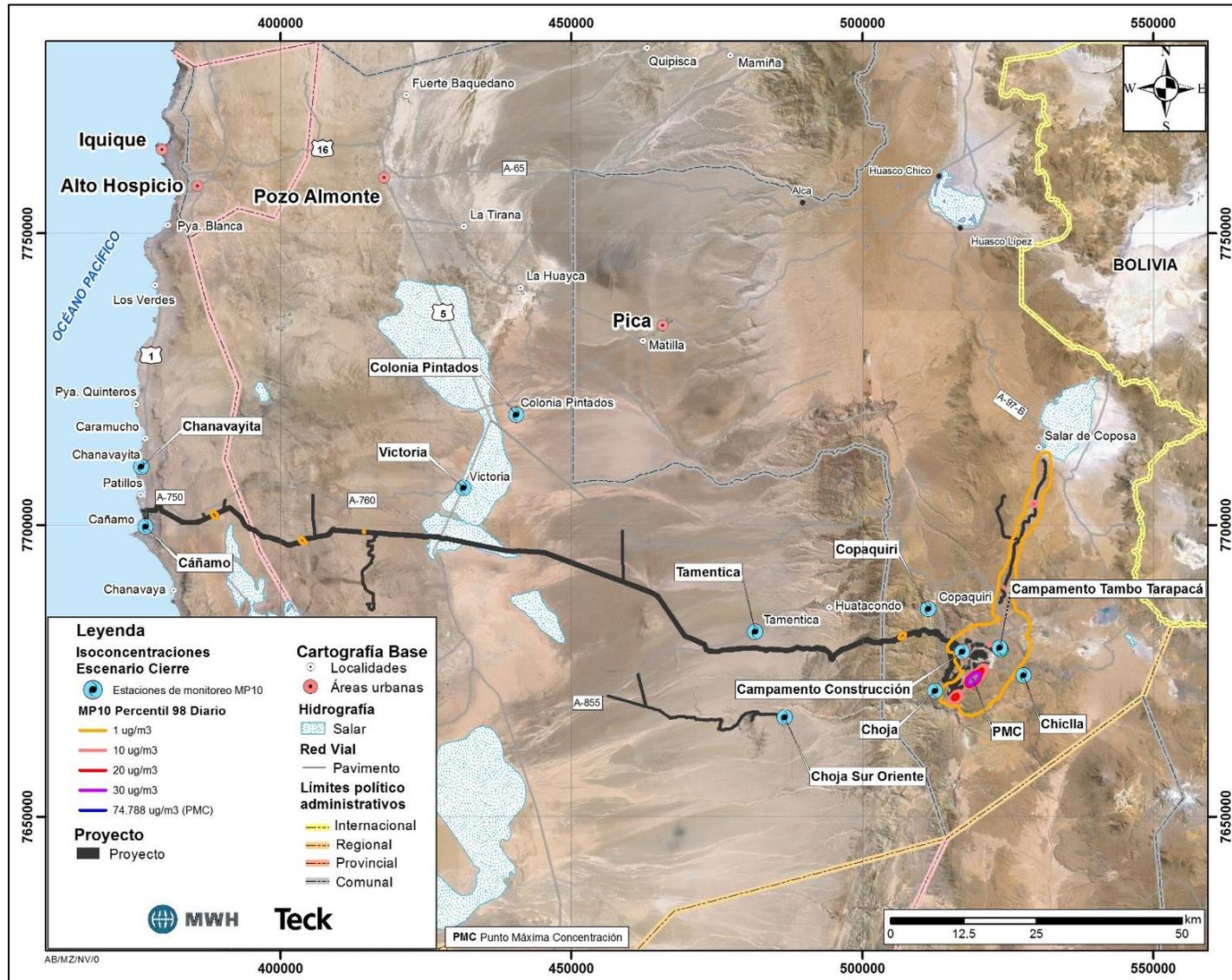
⁴⁰ LB: Línea de Base

⁴¹ AP^{SA}: Aporte Situación Actual

⁴² LB_M: Línea de Base Modificada

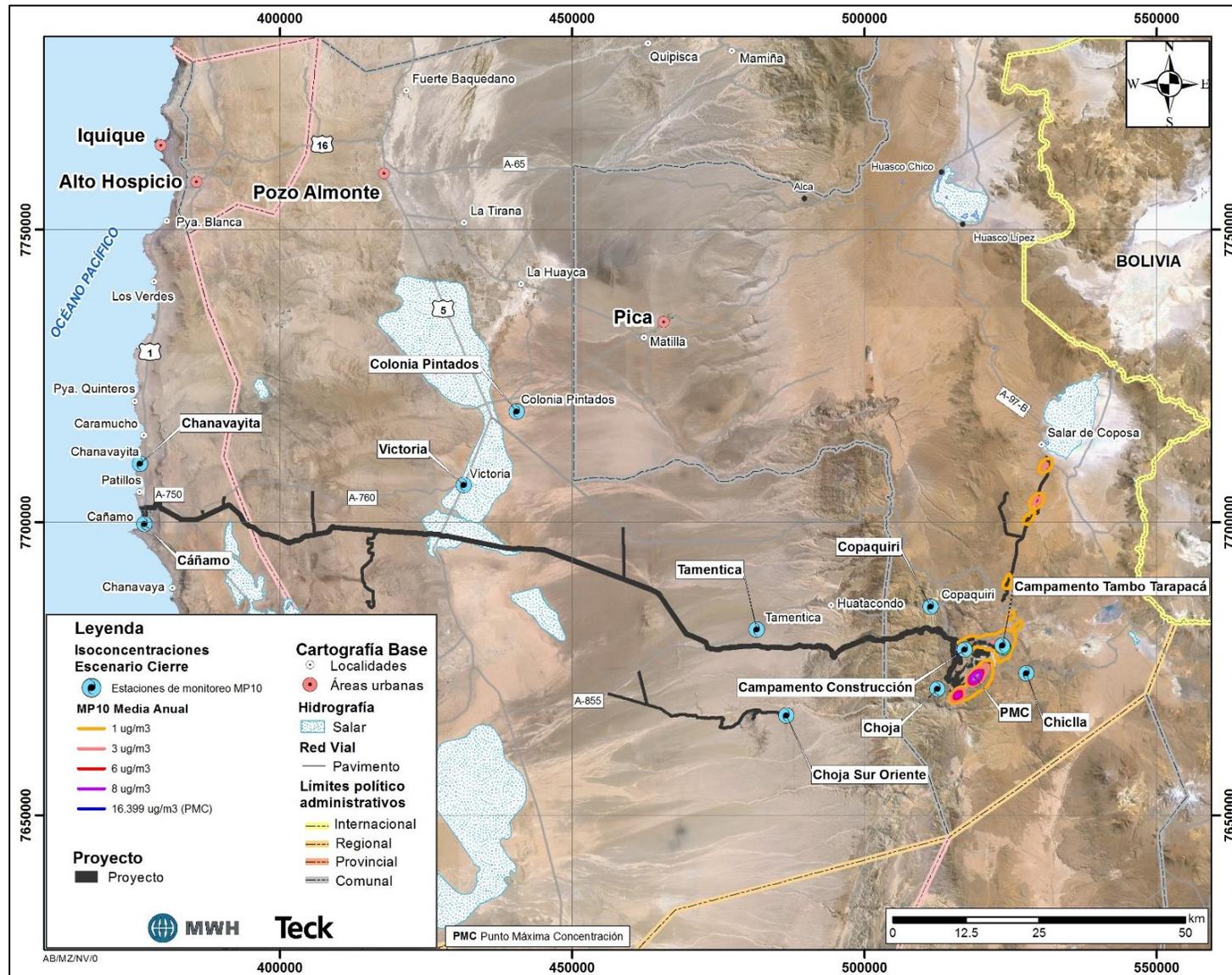
⁴³ AP_{FCI}: Aporte Proyecto Fase Cierre

Figura 4-27. Isoconcentraciones de MP₁₀ – Percentil 98 en 24 horas Fase Cierre.



Fuente: Modelación de Calidad del Aire Fase de Cierre (Anexo 4.2.1-4).

Figura 4-28. Isoconcentraciones de MP₁₀ – Media Anual Fase Cierre.



Fuente: Modelación de Calidad del Aire Fase de Cierre (Anexo 4.2.1-4).

- Material Particulado Respirable Fino MP_{2.5}

La Tabla 4-83 permite establecer que los aportes del Proyecto para la fase de Cierre alcanzan valores máximos de 0,046 µg/m³N para el promedio del año, correspondiendo este al 0,2 % de la norma primaria de referencia respecto a las concentraciones de MP_{2.5} anuales. Por otra parte, los aportes diarios del Proyecto (percentil 98) alcanzan a 0,15 µg/m³N, los que corresponden a un 0,3% de la norma referencial diaria de MP_{2.5} en la estación Chiclla. A partir de lo anterior y de los resultados presentados en el Anexo 4.2.1-4, es posible establecer que los aportes del Proyecto para este escenario de modelación para ambos estadísticos de evaluación, no supera los límites establecidos en el D.S. N° 12/2011.

Tabla 4-83. Análisis Comparativo con Normativa Referencial MP_{2.5} “Escenario Etapa de Cierre Área Mina”.

Punto de Análisis	Estadístico	LB µg/m ³	AP _{SA} µg/m ³	LB _M µg/m ³	AP _{FCI} µg/m ³	LB _M + AP _{FCI} µg/m ³	Norma µg/m ³	% Norma AP _{FCI}	% Norma LB _M + AP _{FCI}
Chiclla	Promedio del Año	1,0	0,3	0,7	0,05	0,7	20	0,2	4
	Percentil 98 Diario	2,0	1,2	0,8	0,15	0,9	50	0,3	2
Choja	Promedio del Año	1,0	0,3	0,7	0,02	0,7	20	0,1	4
	Percentil 98 Diario	3,0	1,2	1,8	0,12	1,9	50	0,2	4
Copaquiri	Promedio del Año	2,0	0,3	1,7	0,01	1,7	20	0,0	9
	Percentil 98 Diario	7,0	1,7	5,3	0,06	5,4	50	0,1	11

Fuente: Modelación Calidad del Aire Fase Cierre (Anexo 4.2.1-4).

Por otra parte, en la Tabla 4-84 se muestran los resultados de MP_{2.5} para los campamentos del Área Mina, para la fase de cierre.

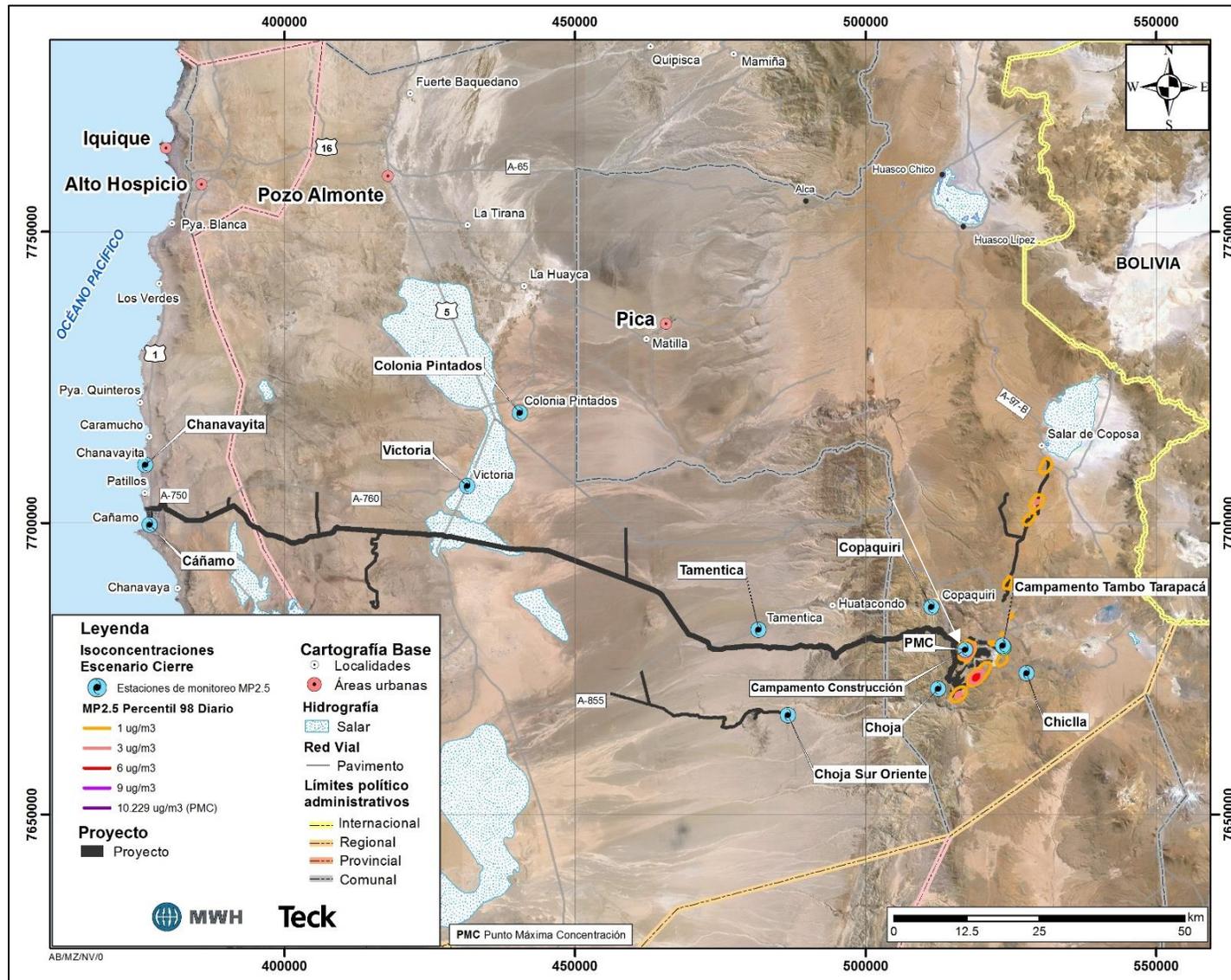
Tabla 4-84 Resultados MP_{2.5} Campamentos “Escenario Fase Cierre Área Mina”.

Punto de Análisis	Estadístico	LB µg/m ³	AP _{SA} µg/m ³	LB _M µg/m ³	AP _{FCI} µg/m ³	LB _M + AP _{FCI} µg/m ³
Campamento Tambo-Tarapacá	Promedio del Año	10	1,4	8,6	0,31	8,9
	Percentil 98 Diario	45	5,2	39,8	0,78	40,5
Campamento Construcción	Promedio del Año	10	2	8	0,52	8,5
	Percentil 98 Diario	41	8,8	32,2	4	36,2

Fuente: Modelación Calidad del Aire Fase Cierre (Anexo 4.2.1-4).

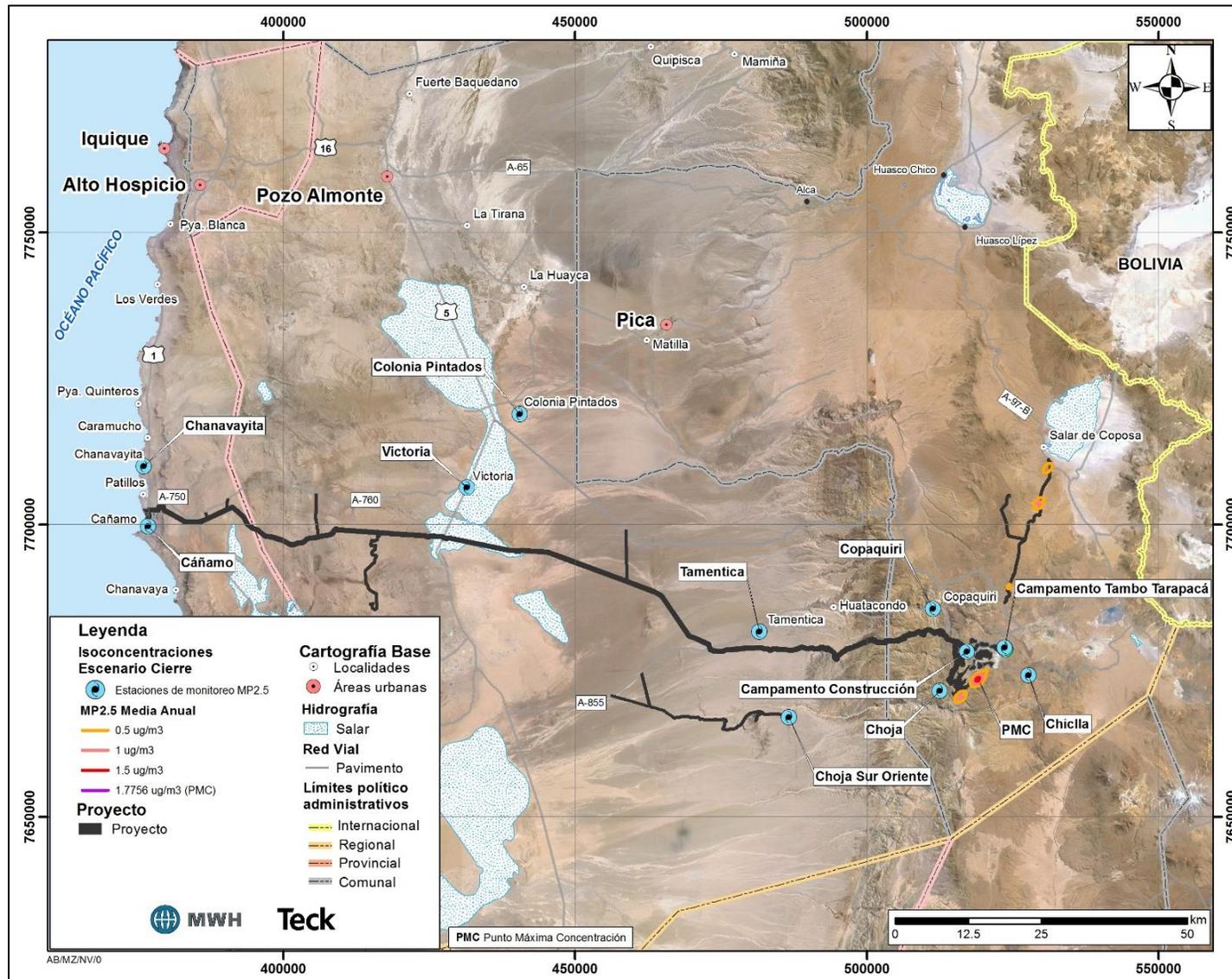
Los mapas de isoconcentraciones de $MP_{2.5}$ (Figura 4-29 y Figura 4-30) para este escenario de modelación, permiten visualizar el punto de máxima concentración (PMC) de los aportes de $MP_{2.5}$ del Proyecto durante la fase de Cierre, en su escenario más desfavorable respecto a sus emisiones. Cabe destacar, que los niveles máximos de aportes se concentran en el Área Mina, de lo anterior se concluye que no se producirán alteraciones significativas de las actuales condiciones basales de calidad del aire de las localidades asociadas al Área Mina (evaluadas a través de las estaciones monitoras), respecto de las emisiones de MP_{10} generadas por el Proyecto durante la fase de Cierre.

Figura 4-29. Isoconcentraciones de MP_{2,5} – Percentil 98 en 24 horas Fase Cierre.



Fuente: Modelación de Calidad del Aire Fase de Cierre (Anexo 4.2.1-4).

Figura 4-30. Isoconcentraciones de MP_{2,5} – Media Anual Fase Cierre.



Fuente: Modelación de Calidad del Aire Fase de Cierre (Anexo 4.2.1-4).

- Área Obras Lineales

A partir, de los resultados presentados de la Modelación de la Fase de Cierre (Anexo 4.2.1-4) para el Área Obras Lineales, es posible establecer que el Proyecto no superará los límites establecidos en la normativa de referencia para cada parámetro analizado (MP₁₀, MP_{2.5}).

- Material Particulado Respirable MP₁₀

La Tabla 4-85 permite establecer que el Proyecto en la fase de Cierre del Área Obras Lineales alcanza su aporte con valores máximos de 0,06 µg/m³, correspondientes a un 0,02% del valor de la norma de referencia sobre el promedio del período para MP₁₀. Mientras que para el percentil 98, los valores diarios del aporte del Proyecto alcanzan a 0,3 µg/m³, correspondientes a un 0,2% del valor de la norma referencial diaria de MP₁₀. Conforme a lo anterior y a partir de los resultados presentados en el Anexo 4.2.1-4 es posible establecer que los aportes del Proyecto para este escenario de modelación, no supera los límites establecidos en el D.S. N° 59/1998.

Tabla 4-85. Análisis Comparativo con Normativa Referencial MP₁₀, “Escenario Etapa de Cierre Área Obras Lineales”.

Punto de Análisis	Estadístico	LB µg/m ³	AP _{SA} µg/m ³	LB _M µg/m ³	AP _{FCI} µg/m ³	LB _M + AP _{FCI} µg/m ³	Norma µg/m ³	% Norma AP _{FCI}	% Norma LB _M + AP _{FCI}
Victoria	Promedio del año	31	2,2	28,8	0,01	28,8	50	0,02	58
	Percentil 98 Diario	79	4,2	74,8	0,0	74,8	150	0,0	50
Colonia Pintados	Promedio del año	47	1,4	45,6	0,01	45,6	50	0,02	91
	Percentil 98 Diario	107	3,0	104	0,0	74,8	150	0,0	69
Tamentica	Promedio del año	17	1,6	15,4	0,06	15,5	50	0,02	31
	Percentil 98 Diario	79	6,1	72,9	0,3	7,3	150	0,2	49

Fuente: Modelación Calidad del Aire Fase Cierre (Anexo 4.2.1-4).

Los mapas de isoconcentraciones de MP₁₀ para este escenario de modelación, presentados en el análisis de resultados del Área Mina (Figura 4-27 y Figura 4-28), permiten visualizar el punto de máxima concentración (PMC) de los aportes de MP₁₀ del Proyecto durante la fase de Cierre, en su escenario más desfavorable respecto a sus emisiones. Cabe destacar, que los niveles máximos de aportes se concentran en el Área Mina, de lo anterior se concluye que no se producirán alteraciones significativas de las actuales condiciones basales de calidad del aire de las localidades asociadas al Área Obras Lineales (evaluadas a través de las estaciones monitoras), respecto de las emisiones de MP₁₀ generadas por el Proyecto durante la fase de Cierre.

- Material Particulado Respirable Fino MP_{2.5}

La Tabla 4-86 permite establecer que los aportes del Proyecto para la fase de Cierre alcanzan valores máximos de 0,03 µg/m³N para el promedio de periodo, correspondiendo este al 0,15% de la norma primaria de referencia respecto a las concentraciones de MP_{2.5} anuales en la estación Tamentica. Por otra parte, los aportes diarios del Proyecto (percentil 98) alcanzan a 0,07 µg/m³N, los que corresponden a un 0,14% de la norma referencial diaria de MP_{2.5}, dicho valor alcanzado de igual forma en la estación Tamentica.

A partir de lo anterior, y de los resultados presentados en el Anexo 4.2.1-4, es posible establecer que los aportes del Proyecto para este escenario de modelación, para ambos estadísticos de evaluación, no supera los límites establecidos en el D.S. N° 12/2011.

Tabla 4-86. Análisis Comparativo con Normativa Referencial MP_{2.5} “Escenario Etapa de Cierre Área Obras Lineales”.

Punto de Análisis	Estadístico	LB µg/m ³	AP _{SA} µg/m ³	LB _M µg/m ³	AP _{FCI} µg/m ³	LB _M + AP _{Cl} µg/m ³	Norma µg/m ³	% Norma AP _{FCI}	% Norma LB _M + AP _{FCI}
Victoria	Promedio del año	6	0,6	5,4	0,003	5,4	20	0,015	27
	Percentil 98 Diario	11	1,2	9,8	0,01	9,8	50	0,02	20
Colonia Pintados	Promedio del año	5	0,4	4,6	0,003	4,6	20	0,015	23
	Percentil 98 Diario	14	0,8	13,2	0,01	13,2	50	0,02	26
Tamentica	Promedio del año	3	0,3	2,7	0,014	2,71	20	0,15	14
	Percentil 98 Diario	9	1,3	7,7	0,07	7,77	50	0,14	16

Fuente: Modelación Calidad del Aire Fase Cierre (Anexo 4.2.1-4).

Los mapas de isoconcentraciones de MP_{2.5} para este escenario de modelación, presentados en el análisis de resultados del Área Mina (Figura 4-29 y Figura 4-30), permiten visualizar el punto de máxima concentración (PMC) de los aportes de MP_{2.5} del Proyecto durante la fase de Cierre, en su escenario más desfavorable respecto a sus emisiones. Cabe destacar, que los niveles máximos de aportes se concentran en el Área Mina, de lo anterior se concluye que no se producirán alteraciones significativas de las actuales condiciones basales de calidad del aire de las localidades asociadas al Área Obras Lineales (evaluadas a través de las estaciones monitoras), respecto de las emisiones de MP_{2.5} generadas por el Proyecto durante la fase de Cierre.

- Área Puerto

A partir, de los resultados presentados de la Modelación de la Fase de Cierre (Anexo 4.2.1-4) para el Área Puerto, es posible establecer que el Proyecto no superará los límites establecidos en la normativa de referencia para cada parámetro analizado (MP₁₀, MP_{2.5}).

- Material Particulado Respirable MP₁₀

La Tabla 4-87 permite establecer que el Proyecto durante la fase de Cierre en el área Puerto alcanza su aporte con valores máximos de 0,1 µg/m³ para el promedio del periodo, correspondientes al 0,2% del valor de la norma de referencia sobre el promedio del período para MP₁₀ en la estación Chanavayita. Mientras que para el percentil 98, los valores diarios del aporte del Proyecto alcanzan a 0 µg/m³, correspondientes a un 0% del valor de la norma referencial diaria de MP₁₀. Conforme a lo anterior y a partir de los resultados presentados en Anexo 4.2.1-4, es posible establecer que los aportes del Proyecto para este escenario de modelación, superan los límites establecidos en el D.S. N° 20/2013.

Tabla 4-87. Análisis Comparativo con Normativa Referencial MP₁₀, “Escenario Etapa de Cierre Área Puerto”.

Punto de Análisis	Estadístico	LB µg/m ³	AP _{SA} µg/m ³	LB _M µg/m ³	AP _{FCI} µg/m ³	AP _{OP} ⁴⁴ µg/m ³	LB _M + AP _{FCI} µg/m ³	Norma µg/m ³	% Norma AP _{FCI}	% Norma LB _M + AP _{FCI}
Chanavayita	Promedio del año	30	0,8	29,2	0,1	0,6	29,8	50	0,2	60
	Percentil 98 Diario	64	1,5	62,5	0,0	5,1	67,6	150	0,0	45
Cáñamo	Promedio del año	24	0,4	23,6	0,0	0,2	23,8	50	0,0	48
	Percentil 98 Diario	51	1,1	49,9	0,0	5,7	55,6	150	0,0	37

Fuente: Modelación Calidad del Aire Fase Cierre (Anexo 4.2.1-4).

Los mapas de isoconcentraciones de MP₁₀ para este escenario de modelación, presentados en el análisis de resultados del Área Mina (Figura 4-27 y Figura 4-28), permiten visualizar el punto de máxima concentración (PMC) de los aportes de MP₁₀ del Proyecto durante la fase de Cierre, en su escenario más desfavorable respecto a sus emisiones. Cabe destacar, que los niveles máximos de aportes se concentran en el Área Mina, de lo anterior se concluye que no se producirán alteraciones significativas de las actuales condiciones basales de calidad del aire de las localidades asociadas al Área Puerto (evaluadas a través de las estaciones monitoras), respecto de las emisiones de MP₁₀ generadas por el Proyecto durante la fase de Cierre.

- Material Particulado Respirable Fino MP_{2.5}

La Tabla 4-88 permite establecer que los aportes del Proyecto durante la fase de Cierre para el Área Puerto alcanzan valores máximos de 0,001 µg/m³N para el promedio de periodo, correspondiendo este al 0,0% de la norma primaria de referencia respecto a las concentraciones de MP_{2.5} anuales. Por otra parte, los aportes diarios del Proyecto (percentil 98) alcanzan a 0,01 µg/m³N, los que corresponden a un 0,02% de la norma referencial diaria de MP_{2.5}. A partir de lo anterior y de los resultados presentados en Anexo 4.2.1-4, es posible establecer que los aportes

⁴⁴OP: Aportes otros proyectos

del Proyecto para este escenario de modelación para ambos estadísticos de evaluación, no supera los límites establecidos en el D.S. N° 12/2011.

Tabla 4-88. Análisis Comparativo con Normativa Referencial MP_{2.5} “Escenario Etapa de Cierre Área Puerto”.

Punto de Análisis	Estadístico	LB µg/m ³	AP _{SA} µg/m ³	LB _M µg/m ³	AP _{FCI} µg/m ³	AP _{OP} µg/m ³	LB _M + AP _{FCI} µg/m ³	Norma µg/m ³	% Norma AP _{FCI}	% Norma LB _M + AP _{FCI}
Chanavayita	Promedio del año	14	0,2	13,8	0,001	1,0	14,8	20	0,0	74
	Percentil 98 Diario	31	0,4	30,6	0,01	1,0	31,6	50	0,02	63
Cáñamo	Promedio del Año	12	0,1	11,9	0,001	-	12,0	20	0,0	60
	Percentil 98 Diario	25	0,2	24,8	0,0	1,0	25,8	50	0,0	52

Fuente: Modelación Calidad del Aire Fase Cierre (Anexo 4.2.1-4).

Los mapas de isoconcentraciones de MP_{2.5} para este escenario de modelación, presentados en el análisis de resultados del Área Mina (Figura 4-29 y Figura 4-30), permiten visualizar el punto de máxima concentración (PMC) de los aportes de MP_{2.5} del Proyecto durante la fase de Cierre, en su escenario más desfavorable respecto a sus emisiones. Cabe destacar, que los niveles máximos de aportes se concentran en el Área Mina, de lo anterior se concluye que no se producirán alteraciones significativas de las actuales condiciones basales de calidad del aire de las localidades asociadas al Área Puerto (evaluadas a través de las estaciones monitoras), respecto de las emisiones de MP_{2.5} generadas por el Proyecto durante la fase de Cierre.

En consecuencia, de la evaluación de impactos se observa que en el peor escenario desde el punto de vista de las emisiones (para cada fase y sector del Proyecto), en ninguna localidad y/o estación se supera el valor de la norma del MP₁₀, al igual que para el MP_{2.5}.

Respecto a los gases, se puede decir que la contribución del Proyecto, en su fase de Construcción, Operación y Cierre es baja, y en las distintas métricas y contaminantes no se supera el valor de referencia.

A partir de los antecedentes presentados anteriormente, a continuación en la Tabla 4-89 se presentan los impactos identificados para la componente Calidad del Aire.

Tabla 4-89. Identificación de impactos Calidad del Aire.

Impacto	Código de Impacto	Fase del Proyecto	Principales Actividades Asociadas
"Afectación de formaciones vegetales, debido a concentraciones de Material Particulado Sedimentable"	CA-1	Construcción	<p>Área Mina:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Transporte de personal, insumos y materiales - Transporte de tierras y rocas producto de excavaciones - Perforaciones y tronaduras - Extracción y carguío de mineral y estéril - Despeje y habilitación del terreno - Movimiento de tierra y excavaciones - Chancado y harneo de material - Despeje de la faja - Disposición de excedentes de excavaciones - Chancado y harneo de material - Operación de canteras (tronaduras y movimientos de tierra) - Extracción de empréstitos <p>Área Obras Lineales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Transporte de personal, insumos y materiales - Movimientos de tierra y excavaciones - Despeje de la faja y habilitación del terreno - Tronaduras - Acopio de material - Perfilado (mejoramiento de hullas existentes) - Excavación de zanjas - Acopio de áridos - Disposición de excedentes de excavación - Chancado y harneo de material <p>Área Pampa:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Transporte de personal, insumos y materiales - Movimientos de tierra y excavaciones - Despeje de la faja y habilitación del terreno
		Operación	<p>Área Mina:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Transporte de personal, insumos y materiales - Transporte de tierras y rocas producto de excavaciones - Perforaciones y tronaduras - Extracción y carguío de mineral y estéril - Despeje y habilitación del terreno - Movimiento de tierra y excavaciones - Chancado y harneo de material - Despeje de la faja - Disposición de excedentes de excavaciones - Chancado y harneo de material - Operación de canteras (tronaduras y movimientos de tierra) - Extracción de empréstitos

Fuente: Elaboración Propia.

b.5) CA-1 “Afectación de formaciones vegetales, debido a concentraciones de Material Particulado Sedimentable (MPS)”

Si bien para el Material Particulado Sedimentable (MPS) no existe norma para la zona de estudio⁴⁵, es posible establecer que para los diversos escenarios de modelación de Calidad del Aire, el Proyecto contempla la potencial afectación de formaciones vegetales producto de la alteración de la calidad del aire, debido a los aportes en la sedimentación de MPS.

A modo general, es posible señalar que la contribución del Proyecto, tanto para la fase de Construcción, Operación y Cierre es baja, en prácticamente todas las estaciones se supera el valor de la norma de referencia, ya que la situación basal (Línea de Base) es alta. Y en este sentido, los aportes del Proyecto, en todas sus fases, no modifican esta condición basal.

c) Calificación del Impacto

Considerando todo lo anteriormente señalado, a continuación se realiza la calificación de impactos:

c.1) CA-1 “Afectación de formaciones vegetales, debido a concentraciones de Material Particulado Sedimentable (MPS)”

A continuación, se presenta la calificación del impacto predicho para las diversas modelaciones de calidad del aire.

Carácter (C): Este impacto es considerado de carácter **Negativo** (-1) pues implica la afectación de formaciones vegetales por la depositación de Material Particulado Sedimentable (MPS).

Probabilidad de Ocurrencia (PO): La probabilidad de ocurrencia de este impacto es **Probable** (0,6), debido a que los aportes del Proyecto sobre las concentraciones de MPS serán menores y no sobrepasarán los límites establecidos en la normativa de referencia.

Intensidad (I): Se estima que la intensidad de este impacto es **Baja** (0,2), lo que estaría dado por un grado de perturbación categorizado como **Suave**, ya que de acuerdo a las modelaciones las concentraciones que aporta el Proyecto son menores en relación a los niveles basales en el área de influencia. Las altas concentraciones determinadas por las mediciones de Línea de Base (estaciones de monitoreo), determinan a su vez, que el valor ambiental de este componente en este sector se califique como **Bajo**, por determinarse que las emisiones que aporta el Proyecto se concentran particularmente en el sector Área Mina, que corresponde a un zona predominantemente industrial ya intervenida. Respecto a las formaciones vegetales de mayor singularidad o interés, las formaciones de humedales se distribuyen de manera restringida, principalmente en quebradas con afloramientos de agua (permanentes o temporales), siendo las principales del Área Mina, las que se presentan en las quebradas Jovita, Llareta, Agua del Mote,

⁴⁵ Se ha considerado como referencia la norma de Huasco que establece como valores para el máximo mensual 150 mg/m²-d y como media anual 100 mg/m²d.

Huinquintipa y quebrada Ramucho, así también como la formación de humedal (Vega), presente en quebrada sin nombre en el Área de Obras Lineales (Variante A-97B). De acuerdo a los mapas de isoconcentraciones los aportes de MPS en todas las quebradas mencionadas, son menores y bajo la normativa de referencia utilizada.

Por su parte, la vegetación zonal se encuentra ampliamente representada en el área estudiada, la cual además está adaptada a recibir depositaciones de material particulado sedimentable, ya que los vientos en toda la zona de estudio generan una frecuente dispersión de arena y polvo sobre la vegetación del área.

Tabla 4-90. Calificación Intensidad Impacto CA-1.

Grado de Perturbación	Valor Ambiental (VA)			
	Muy Alto(4)	Alto (3)	Mediano (2)	Bajo (1)
Muy Fuerte (4)	Muy Alta (4)	Muy Alta (4)	Alta (3)	Mediana (2)
Fuerte (3)	Muy Alta (4)	Alta (3)	Mediana (2)	Mediana (2)
Medio (2)	Alta (3)	Mediana (2)	Mediana (2)	Baja (1)
Suave (1)	Mediana (2)	Mediana (2)	Baja (1)	Baja (1)

Extensión (E): La extensión de este potencial impacto se estima como **Local** (0,4) debido a la potencial dispersión de las emisiones atmosféricas más allá del entorno inmediato de las principales fuentes.

Duración (Du): Este impacto presenta una duración **Permanente** (0,9) pues las actividades asociadas generadoras del impacto se prolongaran durante la vida útil del Proyecto, aunque con una notable disminución en los aportes en las fases de Operación y Cierre.

Desarrollo (De): El desarrollo de este impacto se clasifica como **Rápido** (0,9) teniendo en consideración que la zona ya se encuentra sobrepasada en emisiones de MPS respecto a los límites señalados en la normativa de referencia.

Reversibilidad (Re): Finalmente, se estima que este impacto es **Reversible** (0,3), pues el impacto se revierte en forma natural después de terminada la actividad que lo genera.

Tabla 4-91 Matriz de Calificación Impacto CA-1.

Fase	Impacto	Código	C	PO	I	E	Du	De	Re	CAI
Construcción, Operación y Cierre	Afectación de formaciones vegetales, debido a concentraciones de Material Particulado Sedimentable (MPS)	CA-1	-1	0,6	0,2	0,4	0,9	0,8	0,3	-0,31

Según lo antes descrito, este impacto presenta un valor de **CAI igual a -0,31**.

d) Jerarquización del Impacto

d.1) CA-1 “Afectación de formaciones vegetales, debido a concentraciones de Material Particulado Sedimentable (MPS)”

Según los valores obtenidos en la Calificación Ambiental del Impacto CA-1 “Afectación de formaciones vegetales, debido a concentraciones de Material Particulado Sedimentable (MPS)”, este impacto se jerarquiza como **Negativo Bajo**, para la fase de Construcción, Operación y Cierre.

4.3.3.2.2 Ruido

a) Síntesis Línea de Base y Valor Ambiental del Componente

La predicción y evaluación de impactos del componente ambiental Ruido está relacionada con la ubicación de aquellos receptores sensibles (asentamientos humanos y sitios de descanso de trabajadores, áreas turísticas y culturales y sitios de interés de fauna) que podrían verse afectados por el aumento de niveles de presión sonora generados por las obras, partes y/o actividades desarrolladas en las distintas fases del Proyecto (en su condición más desfavorable), considerando los niveles de ruido (NPSeq) que presentan en su condición sin Proyecto.

El área de influencia (AI) del componente Ruido se ha establecido considerando la relación directa entre las fuentes generadoras de ruido y los receptores sensibles que se disponen en el entorno de las obras del Proyecto. Para fines de la Línea Base del componente, se ha establecido la división del área de influencia en cuatro áreas del Proyecto denominadas: Área Mina, Obras Lineales, Área Pampa y Área Puerto. Estas áreas consideran sectores definidos y caracterizados por un total de 46 puntos de medición de ruido (Figura 4-31). Estos puntos han sido definidos de acuerdo al cumplimiento de uno o más de los siguientes criterios: población cercana, fauna nativa asociada a hábitats de relevancia y sectores de interés turístico o cultural.

Para realizar las mediciones de ruido, en aquellos puntos receptores donde existen personas, el criterio normativo utilizado es el Decreto Supremo N°38/2011 del Ministerio del Medio Ambiente "Norma de Emisión de Ruidos Generados por Fuentes que Indica", que en su Artículo 19° establece el procedimiento de medición de ruido de fondo:

b) Se deberá medir el NPSeq en forma continua, hasta que se estabilice la lectura, registrando el valor NPSeq cada 5 minutos. Se entenderá por estabilizada la lectura, cuando la diferencia aritmética entre dos registros consecutivos sea menor o igual a 2 dB(A). El nivel a considerar será el último de los niveles registrados. En ningún caso la medición deberá extenderse por más de 30 minutos.

Para realizar las mediciones de ruido, en aquellos puntos receptores donde existe fauna, el criterio normativo utilizado es Guía de Evaluación Ambiental: Componente Fauna Silvestre. G-PR-GA-03 publicada por el Servicio Agrícola Ganadero (SAG) del Ministerio de Agricultura en 2012, punto 5.2, letra (g) Ruido:

"Si bien es cierto a nivel nacional no se cuenta con normativa relacionada con este impacto sobre la fauna silvestre, se pueden utilizar normas de otros países como por Ej: "Effects of Noise in Wildlife and Other Animals", 1971, United States Environmental Protection Agency (EPA)".

En base a dichas consideraciones, a continuación se presenta la ubicación y descripción de los puntos de medición.

Tabla 4-92. Descripción de los Puntos de Medición de Ruido Receptores Humano y Social.

Área	Punto	Nombre	Ubicación y descripción	Coordenadas UTM WGS84	
				Norte	Este
Mina	H-1	Quebrada de Chiclla	Costado de camino de tierra, rodeado de cerros. Presencia de pircas, curso de agua y vegetación de pequeña altura.	7.674.765	527.176
Mina	H-2	Choja	2 construcciones de material ligero de un piso. Al borde de la quebrada (sector Choja).	7.671.483	512.412
Mina	H-3	Copaquiri	Construcciones de 1 piso de material ligero, rodeado de cerros con vegetación de mediana altura. Presencia de llamas.	7.685.567	511.353
Mina	H-4	Campamento Tambo Tarapacá	Exterior de Pabellón 1, frente al casino del Campamento Tambo-Tarapacá.	7.678.915	523.678
Mina	H-5	Campamento Original	Frontis del Campamento Original.	7.677.143	521.356
Mina	H-6	Campamento Concentradora	Lugar plano con vegetación de pequeña altura.	7.678.162	517.205
Obras Lineales	H-7	Campamento Ductos N°1	Camino de tierra, sector con líneas de transmisión. No hay construcciones en el sector.	7.699.086	411.332
Obras Lineales	S-1	Salar de Bellavista	Camino de tierra, cercano a Líneas de Transmisión y Subestación eléctrica Lagunas.	7.696.568	434.880
Obras Lineales	H-8	Ex Oficina Victoria	Sector ex oficina Victoria, al costado de Ruta 5.	7.706.135	431.432
Obras Lineales	H-9	Colonia Pintados	Lugar cercano a Escuela Básica "Oasis en el Desierto", casas de 1 piso y camino de tierra. A 2,8 Km. de ruta A-75 y a 4,3 Km aproximados de Ruta 5.	7.718.270	440.418
Obras Lineales	H-10	Pozo Almonte	Frente a Estadio Comunal. A un costado de Ruta 5.	7.760.224	417.948
Obras Lineales	S-2	Oficina Humberstone	Ex Oficinas salitreras, museo abierto al público. A un costado de Ruta A-16.	7.765.088	416.777
Obras Lineales	H-11	Campamento Ductos N°2	Cercano a Quebrada de Pintados, 1,5Km al sur de Ruta A-855. Camino de tierra sin vegetación.	7.678.583	476.753
Obras Lineales	S-3	Mirador 2	A 150 m al sur de la Ruta A-855. Sector sin mayores irregularidades.	7.678.649	469.985

Área	Punto	Nombre	Ubicación y descripción	Coordenadas UTM WGS84	
				Norte	Este
Obras Lineales	H-12	Poblado Tamentica	Hacienda de Sra. Sandra Vicentello, pequeño oasis con árboles de mediana altura. Cercano a ruta A-855.	7.681.584	481.514
Obras Lineales	H-13	Poblado Huatacondo	Sector de Huatacondo, poblado de 100 casas aproximadamente, 60 Km al Este de Ruta 5. Rodeado de cerros y vegetación de gran altura.	7.685.858	494.188
Obras Lineales	H-14	Camino a Mamiña (Ruta A-65)	Camino a Mamiña, ruta de asfalto. En bifurcación de caminos hacia Collahuasi y Mamiña. A 50 m hay un local de comida.	7.760.644	431.549
Obras Lineales	S-4	Espacio Ritual Mama Apacheta	Cruce Ruta A-685 con A-65. En el lugar hay un "Mama Apacheta", espacio ritual del pueblo Aymara.	7.751.957	504.048
Obras Lineales	H-15	Retén de Carabineros. Tenencia Ujina	Retén de Carabineros Tenencia Ujina. A 8 m de Ruta A-687. Cercano a acceso norte a Collahuasi.	7.710.119	531.798
Pampa	H-16	Campamento Pampa	Camino de tierra que lleva a mina Lorena.	7.667.113	486.302
Puerto	H-17	Caleta Patillos	Límite sur sector caleta. Construcción de un piso, en límite sur de sector de acopio de sal. A 1,4 Km. de Ruta 1.	7.704.739	375.563
Puerto	H-18	Cáñamo	A 150 m aproximadamente de Ruta 1. Conjunto de casas de 1 piso de material ligero.	7.699.686	376.815
Puerto	H-19	Punta Patache	Frente a oficinas de Puerto Patache, a 500 m aproximadamente de ruta A-1.	7.698.662	376.128

Fuente: Elaboración Propia.

Dónde:

- **H** son aquellos puntos de interés por asentamiento humano o lugares de descanso de trabajadores.
- **S** son aquellos puntos sensibles con carácter social (turístico o cultural).

Tabla 4-93. Descripción de los Puntos de Medición de Ruido Receptor Fauna.

Área	Punto	Nombre	Ubicación y descripción	Coordenadas UTM WGS84	
				Norte	Este
Mina	F-1	Entrada a Huinquintipa	Costado de camino Pintado y cerca de bofedal.	7.681.527	523.960
Mina	F-3	Quebrada Choja-Ramucho	Cercano a cruce de Quebrada Choja y Quebrada Ramucho, costado de construcción de piedra abandonada, lugar entre cerros.	7.668.333	513.930
Mina	F-4	PTAS Campamento Tambo Tarapacá	Estacionamiento Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Tambo- Tarapacá, a 30 metros de la bomba.	7.679.259	523.074
Mina	F-5	Botadero de Estériles Norte 1	Costado de camino de acceso a instalaciones de faena de Quebrada Blanca, frente a Botadero.	7.679.083	622.396
Mina	F-6	Ruta A-855 1	A un costado de ruta A-855, camino a Copaquiri, aproximadamente a 360 m de Botadero de Estériles Norte.	7.679.659	521.247
Mina	F-7	Ruta A-855 2	A un costado de ruta A-855, camino a Copaquiri, aproximadamente a 668 m de Botadero de Estériles Norte.	7.679.844	520.706
Mina	F-9	Botadero de Estériles Norte 2	Entre Botadero norte de rípios de Lixiviación y Pila de Lixiviación. A un costado del camino de acceso a las instalaciones de Quebrada Blanca.	7.678.190	522.349
Mina	F-10	Centro de manejo de residuos no peligrosos	Costado de camino de tierra cortado, cercano al centro de manejo de residuos y a ruta A-855.	7.676.247	523.716
Mina	F-11	Oeste de ruta A-855	Frente a Depósito de lodos.	7.676.284	523.355
Mina	F-12	Botadero de Estériles Sur	Costado de pared del botadero Sur de Rípios de Lixiviación y frente a camino de camiones mineros.	7.675.416	521.623
Mina	F-13	Acopio Marginal Sur	Costado de camino de Quebrada Llareta, frente a Botadero sur.	7.674.935	518.074
Mina	F-14	Quebrada Blanca	A 900 m de la Ruta A-855. Al noreste del campamento Tambo-Tarapacá.	7.679.109	524.366
Mina	F-15	Quebrada Llareta	Costado de camino, frente a Botadero de estériles Sur. Lugar con presencia de formaciones rocosas, pircas y vegetación de pequeña y mediana altura.	7.674.814	519.691

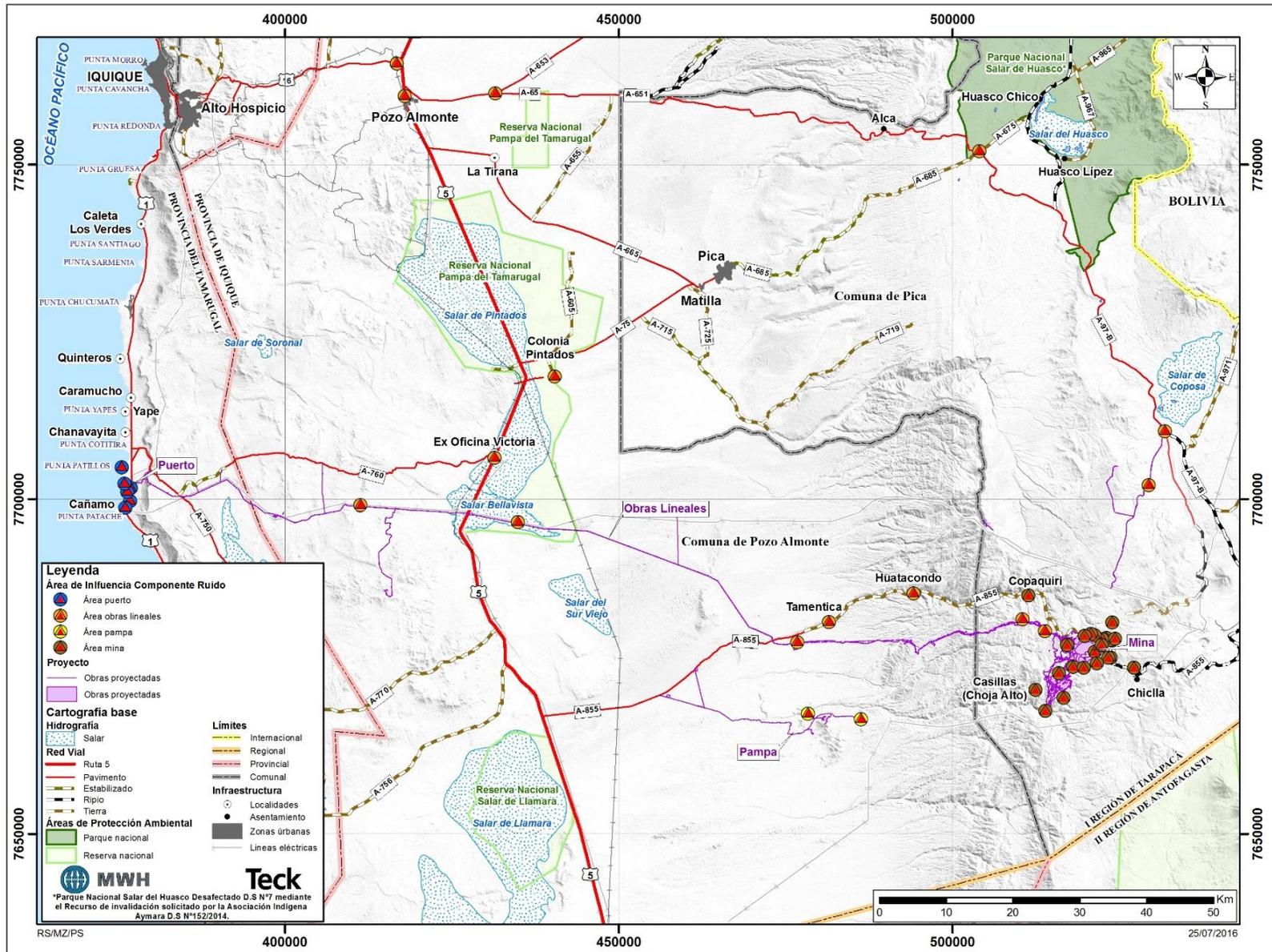
Área	Punto	Nombre	Ubicación y descripción	Coordenadas UTM WGS84	
				Norte	Este
Mina	F-16	Fauna Terrestre - PVG064	Punto corresponde a monitoreo de fauna terrestre PVG064. Sitio en Quebrada Jovita, rodeado de cerros, rocas y vegetación de pequeña altura	7.670.273	516.635
Obras Lineales	F-17	Fauna Terrestre - AKS009	Punto corresponde a monitoreo de fauna terrestre AKS009. A 9 m aproximadamente de quebrada. Terreno pedregoso con vegetación de pequeña altura.	7.702.061	529.415
Obras Lineales	F-18	Concentraducto-Acueducto A	Lugar entre cerros, en huella de acceso a Ruta A-855.	7.680.226	513.878
Obras Lineales	F-19	Concentraducto-Acueducto B	Lugar entre cerros, en huella de acceso a Ruta A-855. A 3,5 Km de Copaquiri.	7.682.013	510.457
Pampa	F-20	Quebrada Maní	Sector de Quebrada Maní, Camino de tierra, con presencia de vegetación (higueras) y formaciones rocosas de mediana altura.	7.667.915	478.376
Puerto	F-21	Terminal Concentraducto	Costado de Ruta A-1, frente a estación terminal. Terreno árido sin vegetación.	7.701.643	376.937
Puerto	F-22	Fauna Terrestre - PVG001	Punto de monitoreo fauna terrestre PVG001. Próximo a roqueríos.	7.701.044	376.408
Puerto	F-23	Fauna Marina - POF-TR4	Punto de monitoreo fauna marina POF-TR4. Ubicado en roqueríos.	7.702.273	375.978

Fuente: Elaboración Propia.

Donde:

F son aquellos puntos sensibles del componente fauna.

Figura 4-31. Puntos de Medición de Ruido.



Los resultados de las mediciones de ruido se presentan en la Tabla 4-94 y Tabla 4-95, agrupados por tipo de receptor (Humano - Fauna). Cabe señalar que según el tipo de receptor, los niveles equivalentes de presión sonora se presentan en Ponderación A para los receptores humanos (H y S) donde el valor se expresa en [dBA] y en el caso del receptor Fauna (F) los resultados se presentan en Ponderación lineal, las cuales son efectuadas sin filtro de ponderación y donde el valor se expresa en [dB].

Tabla 4-94. Resultados de las Mediciones Basales de Ruido - Interés Humano y Social.

Área	Punto	Nombre	Zonificación D.S.N°38/11	Nivel de ruido basal	
				Leq basal DIURNO [dBA]	Leq basal NOCTURNO [dBA]
Mina	H-1	Quebrada de Chiclla	Rural	39	28
Mina	H-2	Choja	Rural	33	33
Mina	H-3	Copaquiri	Rural	35	32
Mina	H-4	Campamento Tambo Tarapacá	Rural	51	40
Mina	H-5	Campamento Original	Rural	59	59
Mina	H-6	Campamento Concentradora	Rural	35	31
Obras Lineales	H-7	Campamento Ductos N°1	Rural	35	39
Obras Lineales	S-1	Salar de Bellavista	Rural	40	36
Obras Lineales	H-8	Ex Oficina Victoria	Rural	57	42
Obras Lineales	H-9	Colonia Pintados	Rural	44	32
Obras Lineales	H-10	Pozo Almonte	III	54	54
Obras Lineales	S-2	Oficina Humberstone	Rural	56	48
Obras Lineales	H-11	Campamento Ductos N°2	Rural	42	21
Obras Lineales	S-3	Mirador 2	Rural	39	21
Obras Lineales	H-12	Poblado Tamentica	Rural	32	28
Obras Lineales	H-13	Poblado Huatacondo	Rural	36	31
Obras Lineales	H-14	Camino a Mamiña (Ruta A-65)	Rural	58	55
Obras Lineales	S-4	Espacio Ritual Mama Apacheta	Rural	42	36

Área	Punto	Nombre	Zonificación D.S.N°38/11	Nivel de ruido basal	
				Leq basal DIURNO [dBA]	Leq basal NOCTURNO [dBA]
Obras Lineales	H-15	Retén de Carabineros	Rural	57	39
Pampa	H-16	Campamento Pampa	Rural	30	25
Puerto	H-17	Caleta Patillos	Rural	54	38
Puerto	H-18	Cáñamo	Rural	51	49
Puerto	H-19	Punta Patache	Rural	50	37

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 4-95. Resultados de las Mediciones Basales de Ruido - Interés Fauna.

Área	Punto	Nombre	Niveles de ruido Basal	
			Leq basal DIURNO [dB]	Leq basal NOCTURNO [dB]
Mina	F-1	Entrada a Huinquintipa	74	74
Mina	F-2	Depósito de Relaves	80	73
Mina	F-3	Quebrada Choja- Ramucho	72	70
Mina	F-4	PTAS Campamento Tambo Tarapacá	84	70
Mina	F-5	Botadero de Estériles Norte 1	82	61
Mina	F-6	Ruta A-855 1	83	77
Mina	F-7	Ruta A-855 2	87	60
Mina	F-8	Acopio Marginal Norte	91	51
Mina	F-9	Botadero de Estériles Norte 2	78	63
Mina	F-10	Centro de manejo de residuos no peligrosos	71	54
Mina	F-11	Oeste de ruta A-855	58	57
Mina	F-12	Botadero de Estériles Sur	85	63
Mina	F-13	Acopio Marginal Sur	74	77
Mina	F-14	Quebrada Blanca	78	83
Mina	F-15	Quebrada Llaretta	82	68
Mina	F-16	Fauna Terrestre - PVG064	81	72
Obras Lineales	F-17	Fauna Terrestre - AKS009	95	84
Obras Lineales	F-18	Concentraducto - Acueducto A	78	65
Obras Lineales	F-19	Concentraducto - Acueducto B	75	56
Pampa	F-20	Tubería de agua recuperada	72	76
Puerto	F-21	Terminal Concentraducto	64	63

Área	Punto	Nombre	Niveles de ruido Basal	
			Leq basal DIURNO [dB]	Leq basal NOCTURNO [dB]
Puerto	F-22	Fauna Terrestre - PVG001	92	68
Puerto	F-23	Fauna Marina - POF-TR4	94	65

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación, se presenta el análisis de los resultados basales de ruido, para los puntos de interés Humano, Social y de interés de Fauna, en las cuatro áreas definidas en el AI del Proyecto.

- Puntos de interés Humano y Social
 - Área Mina

El punto de monitoreo con mayor nivel basal de ruido en el área Mina corresponde al punto H-5 (Campamento Original) con 59 dB(A), en periodo diurno y nocturno. En este punto la principal fuente de ruido es la faena minera.

El punto de monitoreo con el menor nivel de ruido en el área Mina corresponde al punto H-2 (Choja) con 33 dB(A) en el periodo diurno. En este punto solo se registró el sonido del viento y pájaros ocasionales.

- Obras Lineales

En general, dicha área geográfica se caracteriza por ser extensa y diversa en su composición, de cordillera a mar. La influencia de distintas fuentes de ruido hacen que la tipología de ruido sea muy variada, sin embargo, el ruido más recurrente corresponde al producido por el flujo vehicular y el viento propio del lugar.

El punto de monitoreo con mayor nivel de ruido en esta área corresponde a H-14 (Camino a Mamiña) con 58 y 55 dB(A) en periodo diurno y nocturno, respectivamente, producto que en este punto existe un mayor flujo vehicular.

El punto de monitoreo con el menor nivel de ruido en el área Obras Lineales corresponde a H-12 (Poblado Tamentica) con 32 dB(A) en el periodo diurno, registrándose solo el sonido del viento. El menor nivel de ruido nocturno es de 21 dB(A) y se registra en los puntos H-11 y S-3, Campamento Ductos N°2 y Mirador 2, respectivamente. Para este caso, las principales fuentes de ruido fueron los sonidos de grillos, burros y ladridos de perros lejanos.

- Área Pampa

En el Área Pampa, los niveles de ruido diurno fluctúan entre los 30 dB(A) diurno y 25 dB(A) nocturno.

- Área Puerto

En el Área Puerto, los niveles de ruido diurno son bastante homogéneos, fluctuando entre los 50 y 54 dB(A). Durante la noche los niveles descienden hasta los 37 dB(A), excepto en el punto H-18 (Cáñamo) donde el nivel de ruido nocturno se mantiene en niveles cercanos al nivel diurno, esta situación se explica por las actividades portuarias y el tránsito de camiones que se registra en este sector.

- Puntos de interés de Fauna

- Área Mina

El punto de monitoreo con mayor nivel de ruido en el área Mina corresponde a F-8 con 91 dB, en periodo diurno. En este punto las principales fuentes de ruido son el viento, el tránsito vehicular y la propia faena minera. Por otro lado, el punto de monitoreo F-11 (al Oeste de la Ruta A-855), presenta niveles de ruido similares entre el periodo diurno y nocturno, con 58 y 57 dB, respectivamente. La fuente de ruido principal proviene de las faenas mineras.

- Obras Lineales

Como se mencionó, en esta área una de las principales fuentes de ruidos corresponde al viento y la faena minera. Particularmente en el punto de monitoreo F-17 (Fauna Terrestre - AKS009) que alcanza un nivel sonoro de 95 dB durante el periodo diurno, la fuente de ruido principal proviene de las ráfagas de viento propias del sector.

- Área Pampa

Los niveles de ruido fluctúan entre los 72 y 76 dB, en el periodo diurno y nocturno, registrándose solo el sonido del viento y follaje de árboles.

- Área Puerto

Los mayores niveles de ruido en el área Puerto se encuentran en los puntos de monitoreo F-22 (Fauna Terrestre - PVG001) y F-23 (Fauna Marina - POF-TR4), con 92 y 94 dB, respectivamente, durante el periodo diurno. La principal fuente de ruido proviene del viento y el oleaje marino.

Para mayor información revisar el acápite 3.2.3 “Ruido” del Capítulo 3 “Línea de Base”.

b) Identificación del Impacto

La predicción y evaluación de impactos se relaciona directamente con los niveles de ruido que generará el Proyecto en sus fases de Construcción, Operación y Cierre y la presencia de receptores sensibles (H, S y F) potencialmente afectados por dichas emisiones.

En Anexo 4.2.2, se presenta el Estudio de Impacto Acústico, el cual tiene como objetivo predecir los niveles de ruido que generará el Proyecto en sus fases de Construcción, Operación y Cierre,

de tal forma de realizar una evaluación del impacto sonoro en cada uno de los receptores sensibles identificados.

Para cumplir con este objetivo, se han definido los siguientes objetivos específicos:

- Realizar una predicción de los niveles sonoros a través de una modelación acústica utilizando el software CadnaA. La modelación se realiza para dos tipos de receptores sensibles: humanos y fauna, en todas las etapas del Proyecto. Los resultados se entregan en ponderación A y Lineal.
- Evaluar el impacto acústico que producirán las fuentes fijas emisoras de ruido, sobre aquellos receptores que correspondan a receptores humanos, utilizando el Decreto Supremo N°38/2011 del Ministerio del Medio Ambiente (MMA).
- Evaluar el impacto acústico que producirán las fuentes móviles emisoras de ruido, sobre aquellos receptores que correspondan a receptores humanos, utilizando la Norma Suiza OPB 814.41.
- Evaluar el impacto acústico sobre la fauna nativa asociada a hábitats de relevancia, utilizando el Criterio EPA, en base a lo indicado en la Guía de Evaluación Ambiental: Componente Fauna Silvestre, G-PR-GA-03 (SAG).
- Realizar una predicción de los niveles de sobrepresión producidos por las tronaduras.
- Evaluar el impacto acústico que producirán las tronaduras, sobre aquellos receptores que correspondan a receptores humanos, utilizando la Norma Australiana AS 2436.

Respecto a los puntos receptores de ruido utilizados para la evaluación, estos son básicamente los mismos definidos para la Línea de Base Ruido (Tabla 4-92 y Tabla 4-93), además de 11 puntos asociados a los sectores donde se proyecta relocalizar la fauna de baja movilidad, de acuerdo a lo establecido en el Capítulo 7 Plan de Medidas de Mitigación, Reparación y Compensación, estos puntos se presentan en la Tabla 4-96.

La totalidad de los puntos receptores utilizados en la presente evaluación se muestran en la Figura 4-32.

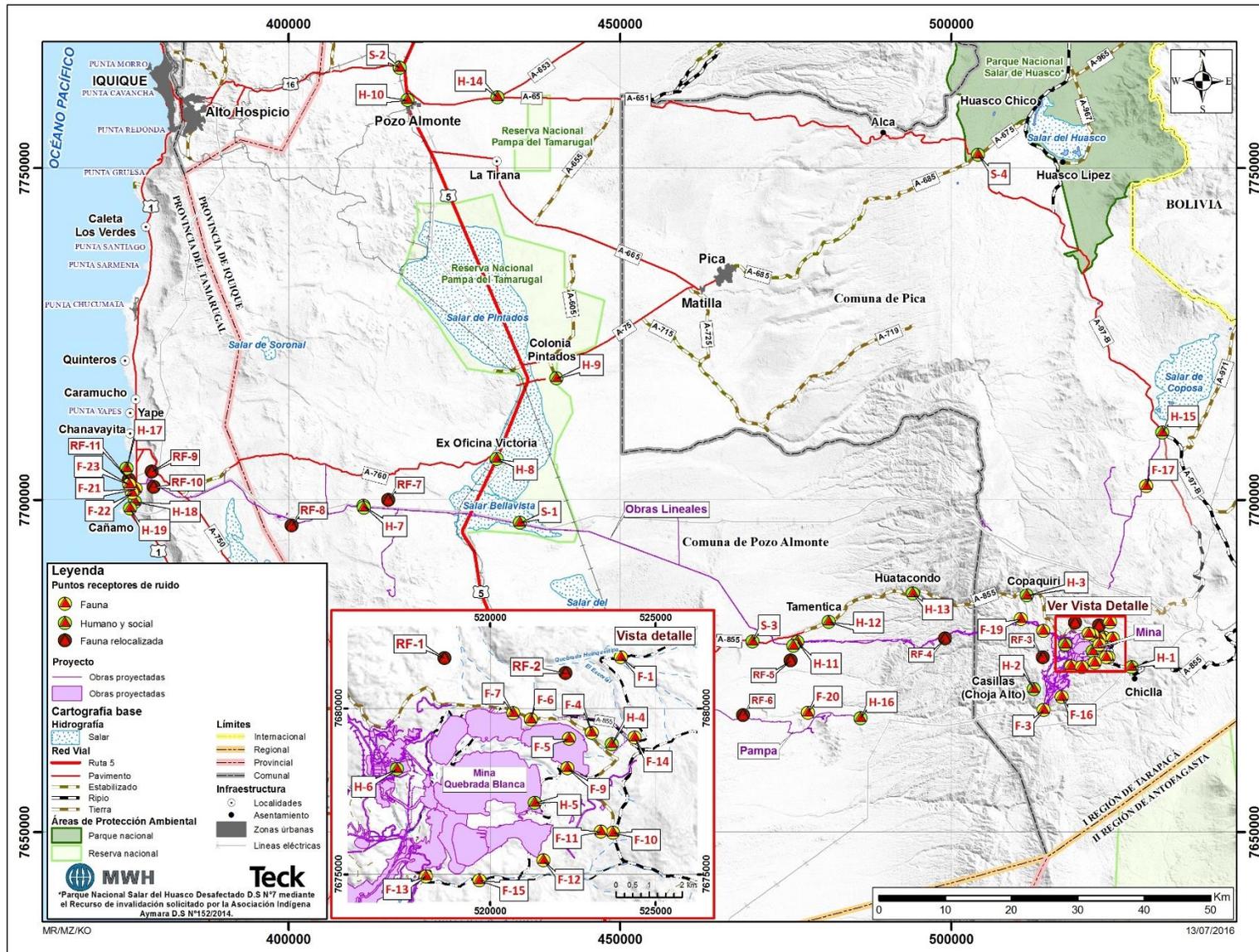
Tabla 4-96. Puntos receptores de Fauna Relocalizada.

Área	Punto	Nombre	Ubicación y descripción	Coordenadas UTM WGS84	
				Norte	Este
Mina	RF-1	Relocalización Fauna 1	Área Relocalización reptiles	7.681.508	518.636
Mina	RF-2	Relocalización Fauna 2	Áreas Relocalización reptiles y micromamíferos	7.681.057	522.279
Mina	RF-3	Relocalización Fauna 3	Área Relocalización vizcacha	7.676.269	513.785
Obras Lineales	RF-4	Relocalización Fauna 4	Áreas Relocalización reptiles y micromamíferos	7.679.113	499.011
Obras Lineales	RF-5	Relocalización Fauna 5	Área Relocalización reptiles	7.675.827	475.734

Área	Punto	Nombre	Ubicación y descripción	Coordenadas UTM WGS84	
				Norte	Este
Obras Lineales	RF-7	Relocalización Fauna 7	Área Relocalización reptiles	7.699.980	415.068
Obras Lineales	RF-8	Relocalización Fauna 8	Área Relocalización reptiles	7.696.124	400.485
Pampa	RF-6	Relocalización Fauna 6	Área Relocalización reptiles	7.667.581	468.555
Puerto	RF-9	Relocalización Fauna 9	Área Relocalización reptiles	7.704.230	379.357
Puerto	RF-10	Relocalización Fauna 10	Área Relocalización micromamíferos	7.701.952	379.640
Puerto	RF-11	Relocalización Fauna 11	Área Relocalización reptiles	7.703.075	375.906

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 4-32. Puntos de Medición de Ruido. Evaluación de Impacto.



Cabe señalar, que los puntos establecidos representan el lugar donde se evalúa la peor condición, es decir, su ubicación es la más expuesta a los niveles de ruido que generará el Proyecto.

- Límites Máximos Permisibles:

Los límites máximos permisibles contemplados para realizar la evaluación de impactos se han establecido según el tipo de receptor y la fuente de ruido evaluada. A continuación se describen brevemente los criterios normativos utilizados:

- Decreto Supremo N°38/2011 del MMA

Los niveles que se proyecten para la evaluación de fuentes de ruido reguladas por el D.S. 38/11 deberán ser inferiores al nivel máximo permisible de presión sonora corregido (NPC) definido en esta norma. Los estándares a cumplir quedaran definidos por la ubicación de receptores según zonas definidas en la norma y el periodo horario en que se ejecuten las actividades evaluadas (ver Tabla 4-97).

Tabla 4-97. Niveles Máximos Permisibles NPC Según Zona y Horario.

Tipo de zona	Niveles máximos permisibles (NPC) según tipo de zona y horario en dB(A)	
	De 7 a 21 hrs	De 21 a 7 hrs
Zona I	55	45
Zona II	60	45
Zona III	65	50
Zona IV	70	70

Fuente: D.S. N° 38/2011 MMA.

Donde:

- Zona I: Ubicada dentro del límite urbano que permite exclusivamente uso del suelo residencial o bien este uso de suelo y alguno de los suelos, espacio público y/o área verde.
- Zona II: Ubicada dentro del límite urbano que permite además el uso del suelo de la Zona I, equipamiento de cualquier escala.
- Zona III: Ubicada dentro del límite urbano que permite además el uso del suelo de la Zona II, actividades productivas y/o infraestructura.
- Zona IV: Ubicada dentro del límite urbano que permite solo usos del suelo de actividades productivas y/o infraestructura.
- En zonas urbanas, el único punto aplicable es el punto RV11, Pozo Almonte, el cual se homologa a una Zona III.

Por otra parte, para zonas rurales se aplicará como nivel máximo permisible de presión sonora corregido (NPC) el menor valor entre:

- Nivel de ruido de fondo + 10 dB(A)
- NPC para Zona III de la Tabla 4-97

Este criterio se aplicará tanto para el período diurno como el nocturno, de forma separada.

▪ Norma Suiza OPB 814.41

Aplica en aquellos sectores donde la principal fuente de ruido es la generada por el tránsito vehicular, donde se aplicarán los límites máximos establecidos por la Norma Suiza.

Los puntos receptores que están ubicados en una zona rural, se homologarán al nivel de sensibilidad II de la Norma Suiza.

Los valores límites de exposición al ruido de tráfico, para período diurno y nocturno, se presentan a continuación.

Tabla 4-98. Límites de ruido Reglamento de la Confederación Suiza 814.41.

Grado de sensibilidad	Valor límite de inmisión Lr en dB (A)	
	Día	Noche
Grado de sensibilidad I	55	45
Grado de sensibilidad II	60	50
Grado de sensibilidad III	65	55
Grado de sensibilidad IV	70	60

Fuente: Elaboración Propia.

Donde:

- Grado de sensibilidad I: zonas que requieren una mayor protección contra el ruido, especialmente en las zonas de descanso.
- Grado de sensibilidad II: zonas donde ninguna empresa perjudicial es autorizada, especialmente en las zonas de habitación así como en aquellas reservadas a las construcciones e instalaciones públicas.
- Grado de sensibilidad III: zonas donde se admiten empresas medianamente perjudiciales, especialmente en las zonas de habitación y artesanales (zonas mixtas) así como en las zonas agrícolas.
- Grado de sensibilidad IV: zonas donde se admiten empresas extremadamente perjudiciales, especialmente en las zonas industriales.

El punto RV11 (Pozo Almonte), se encuentra dentro del perímetro urbano, y también se ha homologado al nivel de sensibilidad II de la Norma Suiza.

Los puntos del Área Mina (H-4, H-5, H-6) y del Área Puerto (H-17, H-18, H-19), que corresponden a campamentos mineros y viviendas en área mixta, respectivamente; son homologados al nivel de sensibilidad III de la Norma Suiza. Los límites máximos de ruido para la zona III son: 65 dB(A) diurno y 55 dB(A) nocturno.

- Normativa EPA

La normativa aplicable para definir el límite máximo de ruido sobre fauna silvestre, establece como referencia un máximo de 85 dB. Esta norma no establece diferencias entre zonas y tipo de fuente sonora (fija o móvil), ni tampoco entre periodos diurnos y nocturnos. Por lo tanto, el límite absoluto para todos los puntos receptores de fauna (F) es de 85 dB.

Excepcionalmente se compararán los niveles de ruido proyectados en presencia de tronaduras, con el nivel máximo de 85 dB establecido por el criterio EPA, debido a que el parámetro L_p en dB se utiliza en la proyección de niveles y en el límite máximo establecido. Sin embargo, no hay antecedentes de normativas nacionales o internacionales para evaluar el efecto de las tronaduras sobre la fauna de cualquier tipo.

- Norma Australiana AS 2436

Para la evaluación de impacto por ruido generado por actividades de tronaduras, la normativa ha definido en $120 \text{ dB}_{\text{Lineal}} \text{ peak}$ el máximo nivel de ruido permitido en los puntos receptores de interés humano. Este criterio máximo se establece considerando tronaduras diurnas, efectuadas de lunes a sábado.

- Fuentes de Ruido Significativas para el Proyecto

Los componentes que pueden afectar significativamente al ambiente sonoro en el área de influencia del Proyecto, son los procesos, el uso de maquinaria o actividades específicas que debido a características propias de funcionamiento, emiten ruido. De este modo, se considerarán como “fuentes de ruido”.

Se consideran fuentes de ruido significativas a aquellas fuentes relevantes, desde el punto de vista de la energía acústica que emiten.

Asimismo, se estima que una fuente de ruido “es no significativa”, cuando su nivel de emisión puede valorarse con un grado de error razonablemente bajo, como despreciable en cuanto a su aporte energético al nivel de ruido de inmisión en los distintos puntos receptores representativos del área de influencia. Por ejemplo, personas conversando o caminando, funcionamiento de oficinas administrativas, etc.

Por lo tanto, se descarta la modelación de fuentes de ruido no significativas como por ejemplo, almacenes, campamentos y oficinas administrativas, sistemas de manejo de aguas (tuberías, pozas de almacenamiento, serpentines, canales), construcción y operación de LAT, entre otros,

por considerarlas fuentes de baja emisión respecto a las fuentes más significativas (por ejemplo, extracción con voladuras o movimiento de material por camiones y excavadoras).

Es frecuente que estas fuentes no significativas generen niveles de ruido menores a 70 dB(A) a 10 metros de distancia, comparados con equipos como camiones y retroexcavadoras, por ejemplo (85 a 90 dBA).

- Metodología de evaluación del aislamiento a ruido aéreo

El aislamiento a ruido aéreo viene determinado por la diferencia de niveles de presión sonora entre dos recintos. Cuanto mayor sea esta diferencia mayor será el aislamiento. En el informe de modelación acústica utilizó el parámetro *Diferencia de Nivel Estandarizada* (D_{ntA}) basado en la Normativa de Referencia Nch 2803/2002.

Esta norma que especifica el método de ensayo que permite el control en terreno de la calidad acústica de las construcciones tales como las de uso habitacional, oficinas, recintos de educación, hospitales, hoteles. Esta norma se basa en la norma AFNOR FS S 31-057: 1982 *Verification de la qualité acoustiques des bâtiments*, siendo idéntica a la misma.

La calidad de la aislación acústica de las construcciones se debe cuantificar por las mediciones siguientes, donde los resultados se deben expresar por un solo valor en decibeles A, dB(A).

- Aislación frente a ruidos aéreos entre recintos.
- Aislación frente a ruidos del exterior.
- Niveles de ruido impacto.
- Niveles de ruido de equipos.

El parámetro que representara la aislación frente a un ruido proveniente del exterior corresponde a la diferencia de nivel estandarizada, expresada en dB(A), D_{ntA} el cual representa la aislación de toda la fachada (muro, ventanas, puertas, etc).

Esta norma se aplica si el volumen del recinto de recepción (en el que se mide la transmisión de ruido) está comprendido entre 10 m³ y 200 m³.

Para mayor detalle, ir a Anexo 4.2.2 Estudio de Impacto Acústico.

- Escenarios de Ruido

Para el modelamiento de ruido y evaluación del potencial impacto, se proyecta simular las fuentes sonoras significativas en la peor condición posible, es decir, en escenarios probables de mayor cantidad de fuentes y con la localización más cercana a los potenciales puntos sensibles.

De esta forma, se han definido los siguientes escenarios de ruido para las fases de Construcción, Operación y Cierre. A continuación se detallan los escenarios de modelación:

Tabla 4-99. Escenarios Modelación Acústica.

Fase	Área	Id Escenario	Nombre Escenario	Detalle
Construcción	Mina	Escenario CON-1	Máquinas y equipos construcción Mina	Se caracteriza principalmente por las actividades de construcción de la Planta Concentradora y Depósito de Relaves. Se ha utilizado la cantidad de fuentes que funcionarán en el mes 13 de la construcción de la Planta Concentradora, y los meses 17, 20 y 22, para la construcción del Depósito de Relaves
	Obras Lineales y Pampa	Escenario CON-2A	Construcción campamentos Obras Lineales y Pampa	Se caracteriza la fase de Construcción de los Campamentos Ductos N°1, Ductos N°2 y Pampa.
	Obras Lineales y Pampa	Escenario CON-2B	Movimiento de tierras Obras Lineales y Pampa	Considera las máquinas y equipos que intervendrán en las actividades de movimiento de tierras para O. Lineales y Pampa. Principalmente en los trabajos a desarrollar en la Variante Ruta A-97B, Obras lineales para Sistema Transporte de Concentrado (STC) y Sistema de Transporte de Agua Desalinizada (STAD), Construcción de Centro de Manejo de Residuos Sólidos (CMRS) Pampa, Cantera Pampa y Sitios de extracción de empréstitos 1 y 2.
	Obras Lineales y Pampa	Escenario CON-2C	Construcción caminos Obras Lineales y Pampa	Caracteriza las actividades de construcción del Camino Variante Ruta A-97B, caminos de accesos para STC y STAD, Cantera Pampa y Sitios de extracción de empréstitos 1 y 2. También mejoramiento de huella de acceso a las siguientes torres de comunicación: Alto Patache, Cerro Coposa, Lagunas, Quitala, cerro Pile y cerro El Maní.
	Obras Lineales y Pampa	Escenario CON-2D	Flujos vehiculares construcción Obras Lineales y Pampa	Se compone por la circulación de vehículos, pesados y livianos, por: Ruta 1, Ruta 16, Ruta 5, Ruta A-65, Ruta A-651, Ruta A-97-B, Ruta A-855, Ruta A-750, Ruta A-760, Camino Pintado y caminos internos del Proyecto.
	Puerto	Escenario CON-3A	Máquinas y equipos Construcción On-Shore	Caracteriza las actividades de movimientos de tierra masivos en área Puerto, sector Norte y Sur; además de la construcción y montaje de cañerías, concretos, estructura y equipos, en sector de la lanzadera.
	Puerto	Escenario CON-3B	Máquinas y equipos Construcción Off-Shore	Caracteriza las actividades de construcción en: Área Instalación de Faenas Principal y Secundaria, Área Lanzamiento Captación y Descarga, Área Construcción Muelle; y equipos indirectos (generales).
Operación	Mina	Escenario OP-1	Máquinas y equipos operación Mina	Caracteriza la operación del Área Mina, se consideran las fuentes fijas de carácter móvil (camión tolva, cargador, bulldozer, motoniveladora, retroexcavadora, entre otras), en los diferentes sub-áreas: Mina, Rajo,

Fase	Área	Id Escenario	Nombre Escenario	Detalle
				Planta Concentradora, Depósito de Relave, Construcción nuevo Taller Equipos Mina, Depósito de Lodos y Depósito de Neumáticos. También considera las fuentes fijas, propiamente tal, aquellas que componen la Planta Concentradora (Chancador Primario, Molino SAG, compresores y bombas, entre otras) y el Depósito de Relave (estaciones de bombeo). En este escenario se considera el funcionamiento de los Campamentos Concentradora y Tambo Tarapacá.
	Obras Lineales	Escenario OP-2A	Máquinas y equipos operación Obras Lineales	Consiste en la operación del Sistema de Transporte de Concentrado (STC), y el Sistema de Transporte de Agua Desalinizada (STAD), siendo las principales fuentes de ruido las estaciones de bombeo. En este escenario no se considera el funcionamiento de los Campamentos Ductos N°1, N°2 y Pampa, ya que éstos solo funcionarán en fase de construcción.
	Obras Lineales	Escenario OP-2B	Flujos vehiculares operación Obras Lineales	Se compone por la circulación de vehículos, pesados y livianos, por: Ruta 1, Ruta 16, Ruta 5, Ruta A-65, Ruta A-97-B, Variante Ruta A-97-B, Ruta A-750 y Ruta A-760.
	Puerto	Escenario OP-3	Máquinas y Equipos Puerto	Consiste en la operación de la Planta de Filtros, Cargador de Barcos, Sala de bombas y Planta Desalinizadora.
Cierre	Mina	Escenario CIE-1	Máquinas y Equipos cierre Mina	Este escenario caracteriza las actividades de desmantelamiento y/o demolición de instalaciones en el Área Mina en el año 4, donde se consideran las fuentes fijas de carácter móvil (camión tolva, cargador, bulldozer, motoniveladora, retroexcavadora, entre otras) en los diferentes sectores: Mina Rajo, Concentradora, Relave, Taller Equipos Mina, y Depósito de Neumáticos. En este escenario se considera el desmantelamiento de los Campamentos Concentradora y Tambo Tarapacá.
	Obras Lineales	Escenario CIE-2A	Máquinas y Equipos cierre Obras Lineales	Se considera desmontar y desmantelar los equipos, ductos, torres de alta tensión, cableados y en general todos los elementos instalados en superficie en ésta área. Se considera desmantelar: el Sistema de Transporte de Concentrado (STC), el Sistema de Transporte de Agua Desalinizada (STAD), las piscinas de emergencia, entre otros. En este escenario tampoco se considera el funcionamiento de los Campamentos Ductos N°2 y Pampa. Se habilitará el Campamento Ductos N°1 para la etapa de cierre, sin embargo en el año 4 no se consideran receptores sensibles en esta instalación.

Fase	Área	Id Escenario	Nombre Escenario	Detalle
	Obras Lineales	Escenario CIE-2B	Flujos vehiculares cierre Obras Lineales	Este escenario de ruido se compone por la circulación de vehículos, pesados y livianos, por las rutas que se utilizarán durante la fase de cierre del Proyecto: Ruta 1, Ruta 16, Ruta 5, By pass pozo Almonte, Ruta A-65, Ruta A-97-B, Variante Ruta A-97-B.
	Puerto	Escenario CIE-3	Máquinas y Equipos cierre Puerto	Este escenario considera las actividades de desmantelamiento y/o demolición de: Sistema de Filtración y Embarque de Concentrado, Sistema de Desalinización de Agua de Mar; Piscina de emergencia, Subestación Eléctrica, caminos internos, instalaciones de manejo de aguas, entre otras.
Construcción (Tronaduras)	Mina	Escenario TR-CON-M	Tronaduras Área Mina	Este escenario se caracteriza por 10 tronaduras en distintos sectores del área Mina, durante su etapa de construcción.
	Obras Lineales	Escenario TR-CON-OL	Tronaduras Obras Lineales	Se caracteriza por 12 zonas de tronaduras a lo largo del trazado del STC y STAD, durante la fase de Construcción. Se estiman 45 perforaciones por tronadura y un número de 300 tronaduras por año.
	Pampa	Escenario TR-CON-PA	Tronaduras en Área Pampa	Se caracteriza por una tronadura en la Cantera Pampa.
	Puerto	Escenario TR-CON-PU	Tronaduras en Área Puerto	Se caracteriza una tronadura en el Área Puerto: sector sur y lanzadera.
Operación (Tronaduras)	Mina	Escenario TR-OP-M	Tronaduras en Área Mina	Este escenario se caracteriza por una (1) tronadura en el Rajo Mina.

Fuente: Elaboración Propia a partir de Estudio de Impacto Acústico (Anexo 4.2.2).

En la Tabla 4-100 se presentan los impactos identificados sobre los receptores sensibles definidos en la Línea de Base (H, S y F) y las principales fuentes generadoras de emisiones de ruido, según la fase del Proyecto.

Tabla 4-100. Identificación de Impactos Ruido.

Impacto	Código de Impacto	Fase del Proyecto	Principales Actividades Asociadas
<p>“Aumento de Niveles de Presión Sonora (Ruido) en Receptores Sensibles Humanos y Sociales”</p>	<p>RU-1</p>	<p>Construcción</p>	<p>Generación de emisiones de ruido:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Perforación y tronaduras - Movimientos de tierra y excavaciones - Formación y compactación de terraplenes - Construcción de obras civiles - Pre-stripping mina (rajo) - Construcción del chancador, planta concentradora e instalaciones circundantes - Operación de instalaciones de apoyo a la construcción en área concentradora - Construcción canales de contorno - Habilitación de campamento Original (pionero) y construcción de instalaciones asociadas - Habilitación de plataformas y tuberías del área Depósito de Relaves - Construcción muro de partida y canales de contorno - Construcción plataforma de ductos - Construcción de estaciones del STC y STAD - Construcción de líneas eléctricas de alta tensión y subestaciones - Construcción CMRS Pampa - Habilitación de cantera Pampa - Construcción de estructuras terrestres y marinas en Área Puerto. - Construcción de instalaciones auxiliares en Área Puerto. - Instalaciones de faenas y de apoyo a la construcción <p>Generación de flujo vehicular por rutas públicas y caminos de acceso. Generación de flujo vehicular por caminos internos.</p>

Impacto	Código de Impacto	Fase del Proyecto	Principales Actividades Asociadas
		Operación	Generación de emisiones de ruido: <ul style="list-style-type: none"> - Explotación del rajo - Operación depósitos de estériles y mineral - Transporte por caminos mineros - Operación Planta concentradora e instalaciones auxiliares (chancado y molienda) - Reubicación polvorín mina y construcción de taller equipos - Sistema de clasificación y distribución de relaves Generación de flujo vehicular por rutas públicas y caminos de acceso. Generación de flujo vehicular por caminos internos
		Cierre	Generación de emisiones de ruido: <ul style="list-style-type: none"> - Desmantelamiento de instalaciones y equipos Generación de flujo vehicular por rutas públicas y caminos de acceso. Generación de flujo vehicular por caminos internos
"Aumento de Niveles de Presión Sonora (Ruido) en Receptores Sensibles Fauna"	RU-2	Construcción	<u>Área Mina:</u> Generación de emisiones de ruido: <ul style="list-style-type: none"> - Perforación y tronaduras - Explotación del rajo - Operación depósitos de estériles y mineral - Transporte por caminos mineros - Operación Planta concentradora e instalaciones auxiliares (chancado y molienda) - Reubicación polvorín mina y construcción de taller equipos - Sistema de clasificación y distribución de relaves Generación de flujo vehicular por rutas públicas y caminos de acceso. Generación de flujo vehicular por caminos internos <u>Área Obra Lineales:</u> Generación de emisiones de ruido: <ul style="list-style-type: none"> - Perforación y tronaduras - Construcción plataforma de ductos - Construcción de estaciones del STC y STAD - Construcción de líneas eléctricas de alta tensión y subestaciones <u>Área Puerto:</u> Generación de emisiones de ruido: <ul style="list-style-type: none"> - Movimiento de tierra y excavaciones - Perforación y Tronaduras - Construcción de obras civiles - Montaje de estructuras
		Operación	<u>Área Mina:</u> Generación de emisiones de ruido: <ul style="list-style-type: none"> - Perforación y tronaduras

Impacto	Código de Impacto	Fase del Proyecto	Principales Actividades Asociadas
			- Explotación del rajo - Operación depósitos de estériles y mineral - Transporte por caminos mineros - Operación Planta concentradora e instalaciones auxiliares (chancado y molienda) Generación de flujo vehicular por rutas públicas y caminos de acceso. Generación de flujo vehicular por caminos internos <u>Área Puerto:</u> Generación de emisiones de ruido: - Funcionamiento de los sistemas de Filtración y Embarque de Concentrado y Sistema de Desalinización de agua de Mar
		Cierre	Generación de emisiones de ruido: - Desmantelamiento de instalaciones y equipos Generación de flujo vehicular por rutas públicas y caminos de acceso. Generación de flujo vehicular por caminos internos

Fuente: Elaboración Propia.

b.1) Impacto RU-1 “Aumento de Niveles de Presión Sonora (Ruido) en Receptores Sensibles Humanos y Sociales”

Este impacto corresponde a la afectación de receptores humanos por efecto del aumento en los niveles de ruido producto del desarrollo de las actividades asociadas a la fase de Construcción, Operación y Cierre de las obras e instalaciones del Proyecto.

El impacto se evalúa de acuerdo a los resultados presentados en la Modelación Acústica (Anexo 4.2.2), respecto al cumplimiento normativo para los distintos escenarios evaluados, los mapas de ruido que muestran la propagación de los niveles de ruido en el territorio y los valores tabulados se presentan en el Anexo respectivo. A continuación, se presenta una síntesis de los resultados.

- Fase Construcción:
 - Escenario CON-1

De acuerdo a los resultados de la Modelación Acústica (Anexo 4.2.2), solo el punto receptor H-6 (Campamento Concentradora) presentó una superación de la normativa, específicamente el límite máximo nocturno, no obstante, este valor proyectado corresponde a un nivel de inmisión exterior (extramuros), vale decir, en la fachada del campamento.

En este caso, el límite es superado en 13 dBA durante durante el período nocturno, sin embargo el receptor que utilizará dicho campamento lo hará al interior del mismo, por lo que corresponde

evaluar la condición real, vale decir, la inmisión al interior del edificio, ya que en rigor el D.S. N°38/2011 del MMA establece lo siguiente:

*“los niveles de presión sonora corregidos que se obtengan de la emisión de una fuente emisora de ruido, medidos en el **lugar donde se encuentre el receptor**, no podrán exceder los valores de la Tabla N°1”*

Por lo tanto, los niveles de presión sonora son corregidos en función de los antecedentes técnicos acústicos del material que se utilizará para la construcción de todos los campamentos mineros que considera el Proyecto. Así, aplicando la corrección del diferencial entre el nivel de ruido exterior e interior, se cumple con el nivel máximo diurno y nocturno establecido por el D.S. N°38/2011 del MMA (mayores antecedentes ver Anexo 4.2.2).

En consecuencia, los resultados de la modelación de este escenario muestran finalmente que se cumple en todos los puntos de evaluación (humanos- social) con lo establecido en la norma D.S. N° 38/2011, y en particular en el punto H-6, por lo cual es posible señalar que el ruido generado por fuentes fijas (durante el periodo diurno y nocturno) no afectará significativamente a los receptores cercanos identificados y especialmente comunidades cercanas al Proyecto.

- Escenario CON-2A

En este escenario, el punto H-7A y H-11A presentan superación del límite máximo diurno; estos puntos corresponden a los receptores habitacionales industriales Campamento Ductos N°1 y Campamento Ductos N°2.

Respecto al punto H-7A, luego de la corrección del diferencial entre el nivel de ruido exterior e interior del recinto, el nivel resultante sigue en incumplimiento del límite máximo de 45 dBA diurno establecido por el D.S. N° 38/2011 del MMA (47 dBA).

Para el punto H-11A ubicado en el Campamento Pionero - Ductos N°2, el nivel de ruido resultante de la corrección es de 47 dBA, nivel que cumple con el límite máximo de 52 dBA diurno establecido para este punto por el D.S. N° 38/2011 del MMA.

Si bien, luego de la corrección el punto H-7A sigue en incumplimiento de la normativa, y el punto H-11A se encuentra bajo el límite máximo, esto ocurre porque el límite máximo está definido por el nivel de ruido basal, y en el caso del punto H-7A el nivel basal de ruido es mucho menor al nivel de ruido del punto H-11A.

Sin embargo, en ambos campamentos el descanso de los trabajadores será solo durante la noche, ya que en el Área Obras Lineales se consideran actividades de construcción solo durante el período diurno. Por lo tanto, si consideramos el uso efectivo de los campamentos, no existirá en estricto rigor un impacto acústico negativo en los puntos H-7A y H-11A durante el período diurno.

- Escenario CON-2B

Los resultados de la Modelación Acústica (Anexo 4.2.2, de este escenario muestran que el aporte exclusivo del Proyecto se encuentra por debajo de los valores máximos establecidos por la normativa (D.S. N° 38/2011 del MMA), respecto de los puntos de evaluación. Por lo cual, es posible determinar que el ruido generado por las fuentes fijas (durante el periodo diurno y nocturno) no afectará los receptores cercanos, especialmente a las comunidades cercanas al Proyecto.

- Escenario CON-2C

En este escenario, el punto H-7 (Campamento Ductos N°1) y el punto H-16 (Campamento Pampa) presentan superación del límite máximo diurno, no obstante, luego de la corrección del diferencial entre el nivel de ruido exterior e interior, en ambos casos y al interior de dichas instalaciones, se obtienen niveles proyectados bajo el límite de lo establecido en el D.S. N°38/2011 del MMA.

De acuerdo con lo anterior, los resultados de modelación de este escenario muestran que el aporte exclusivo del Proyecto, se encuentra por debajo de los máximos establecidos por la normativa (D.S. N° 38/2011 del MMA), respecto de los puntos de evaluación, por lo cual es posible determinar que el ruido generado por fuentes fijas (durante el periodo diurno y nocturno) no afectará los receptores cercanos, especialmente a las comunidades cercanas al Proyecto.

- Escenario CON-2D

En este escenario, el punto H-15 (Retén de Carabineros – Tenencia Ujina) presentó una superación del 1 dB(A) respecto al límite máximo diurno establecido en la Norma Suiza OPB 814.41-II. Luego del análisis de corrección del diferencial entre el nivel de ruido exterior e interior del recinto, se obtiene como resultado que el nivel proyectado al interior del Retén (corregido) será de 46 dBA. Según este análisis, este punto cumpliría con la Norma Suiza al interior del recinto.

El resto de los puntos cumplen con lo establecido en la norma internacional, por lo cual es posible determinar que el ruido generado por fuentes móviles (durante el periodo diurno)⁴⁶ no afectará a los receptores cercanos, especialmente a aquellas comunidades colindantes al Proyecto.

- Escenario CON-3A

Los resultados de modelación de este escenario muestran que el aporte exclusivo del Proyecto, se encuentra por debajo de los máximos establecidos por la normativa (D.S. N° 38/2011 del MMA), respecto de los puntos de evaluación, por lo cual es posible determinar que el ruido

⁴⁶ No se evalúa el periodo nocturno, ya que en la fase de Construcción no se contemplan actividades durante el periodo nocturno.

generado por fuentes fijas (durante el periodo diurno y nocturno) no afectará los receptores cercanos, especialmente a las comunidades cercanas al Proyecto.

- Escenario CON-3B

Los resultados de modelación de este escenario muestran que el aporte exclusivo del Proyecto se encuentra por debajo de los máximos establecidos por la normativa (D.S. N° 38/2011 del MMA), respecto de los puntos de evaluación, por lo cual es posible determinar que el ruido generado por fuentes fijas (durante el periodo diurno y nocturno) no afectará los receptores cercanos, especialmente a las comunidades cercanas al Proyecto.

- Escenario TR-CON-1-M

Los resultados de modelación de este escenario muestran que se cumple con lo establecido en la Norma Australiana AS 2436 (periodo diurno), por lo cual es posible determinar que el ruido generado por las tronaduras del Proyecto en el Área Mina, no afectará los receptores humanos cercanos.

- Escenario TR-CON-OL

Los resultados de modelación de este escenario muestran que se cumple con lo establecido en la Norma Australiana AS 2436 (periodo diurno), por lo cual es posible determinar que el ruido generado por las tronaduras del Proyecto en el Área Obras Lineales, no afectará los receptores humanos cercanos.

- Escenario TR-CON-PA

Los resultados de la modelación de este escenario muestran que se cumple con lo establecido en la Norma Australiana AS 2436 (periodo diurno), por lo cual es posible determinar que el ruido generado por las tronaduras del Proyecto en el Área Pampa, no afectará los receptores humanos cercanos.

- Escenario TR-CON-PU

Los resultados de la modelación de este escenario muestran que se cumple con lo establecido en la Norma Australiana AS 2436 (periodo diurno), por lo cual es posible determinar que el ruido generado por las tronaduras del Proyecto en el Área Puerto, no afectará los receptores humanos cercanos.

- Fase Operación:

- Escenario OP-1

De acuerdo a los resultados de la Modelación Acústica (Anexo 4.2.2), solo el punto receptor H-6 (Campamento Concentradora) presentó una superación del límite máximo diurno y nocturno en este escenario. No obstante, aplicando el análisis del diferencial entre el nivel de ruido exterior e

interior del recinto se obtiene un nivel de ruido proyectado interior de 35 dBA (diurno y nocturno) que cumple con el límite máximo de 45 dBA diurno y 41 dBA nocturno, establecido por el D.S. N°38/2011 del MMA.

En consecuencia, los resultados de la modelación de este escenario muestran finalmente que se cumple en la mayoría de los puntos de evaluación con lo establecido en el D.S. N° 38/2011, a excepción del punto H-6 en período nocturno, por lo cual es posible señalar que el ruido generado por fuentes fijas (durante el periodo diurno y nocturno) no afectará significativamente a los receptores cercanos identificados (habitacionales) y especialmente comunidades cercanas al Proyecto.

- Escenario OP-2A

De acuerdo a los resultados del modelo acústico, en este escenario se cumple con lo establecido en la norma D.S. N° 38/2011, por lo cual es posible señalar que el ruido generado por fuentes fijas (durante el periodo diurno y nocturno) no afectará a los receptores cercanos identificados y especialmente comunidades cercanas al Proyecto.

- Escenario OP-2B

De acuerdo a los resultados del modelo acústico, en este escenario se cumple con lo establecido en la norma Suiza OPB 814.41-II, por lo cual es posible determinar que el ruido generado por fuentes móviles (durante el periodo diurno y nocturno) no afectará los receptores cercanos, especialmente a las comunidades cercanas al Proyecto.

- Escenario OP-3

Los resultados de modelación muestran que se cumple con lo establecido en la norma D.S. N° 38/2011 del MMA, por lo cual es posible determinar que el ruido generado por fuentes fijas (durante el periodo diurno y nocturno) no afectará los receptores cercanos, especialmente a las comunidades cercanas al Proyecto.

- Escenario TR-OP-1-M

Los resultados de modelación de este escenario muestran que se cumple con lo establecido en la Norma Australiana AS 2436 (periodo diurno), por lo cual es posible determinar que el ruido generado por las tronaduras del Proyecto en el Área Mina durante la fase de Operación, no se afectará a los receptores humanos cercanos.

- Fase Cierre:

- Escenario CIE-1

Los resultados de modelación de este escenario muestran que el aporte exclusivo del Proyecto, se encuentra por debajo de los máximos establecidos por la normativa (D.S. N° 38/2011 del

MMA), respecto de los puntos de evaluación, por lo cual es posible determinar que el ruido generado por fuentes fijas en Área Mina durante la fase de cierre (periodo diurno y nocturno) no afectará los receptores cercanos, especialmente a las comunidades cercanas al Proyecto.

- Escenario CIE-2A:

Los resultados de modelación de este escenario muestran que el aporte exclusivo del Proyecto, se encuentra por debajo de los máximos establecidos por la normativa (D.S. N° 38/2011 del MMA), respecto de los puntos de evaluación, por lo cual es posible determinar que el ruido generado por fuentes fijas en el Área Obras Lineales durante la fase de cierre (periodo diurno y nocturno) no afectará los receptores cercanos, especialmente a las comunidades cercanas al Proyecto.

- Escenario CIE-2B:

De acuerdo a los resultados del modelo acústico, en este escenario se cumple con lo establecido en la norma Suiza OPB 814.41-II, por lo cual es posible determinar que el ruido generado por fuentes móviles en el Área Obras Lineales durante la fase de cierre (período diurno y nocturno) no afectará los receptores cercanos, especialmente a las comunidades cercanas al Proyecto

- Escenario CIE-3:

Los resultados de modelación de este escenario muestran que el aporte exclusivo del Proyecto, se encuentra por debajo de los máximos establecidos por la normativa (D.S. N° 38/2011 del MMA), respecto de los puntos de evaluación, por lo cual es posible determinar que el ruido generado por fuentes fijas en el Área Puerto durante la fase de cierre (periodo diurno y nocturno) no afectará los receptores cercanos, especialmente a las comunidades cercanas al Proyecto.

De acuerdo a lo anterior, la ejecución del Proyecto Minero Quebrada Blanca Fase 2, en todos los escenarios de ruido evaluados, se cumple con los límites máximos permisibles establecidos por el D.S N°38/2011 del MMA (período diurno y nocturno), salvo en el punto H-7A en periodo diurno durante la fase de Construcción.

El punto H-7A (Campamento Ductos N°1), sigue en incumplimiento en periodo diurno durante la fase de Construcción, pese a la corrección del diferencial entre el nivel de ruido exterior e interior del recinto. No obstante, y tal como se indicó anteriormente, las actividades de descanso de los trabajadores en este campamento no se realizarán durante el periodo diurno, si no durante el periodo nocturno, dado que las actividades de construcción se restringen solo al periodo diurno, por lo tanto, si consideramos el uso efectivo del campamento, no existirá en estricto rigor un impacto acústico negativo en el punto H-7A.

Respecto a la evaluación de los niveles de presión sonora producto del tránsito vehicular, los resultados de la Modelación Acústica muestran que para todos los escenarios evaluados, se cumple con los límites establecidos en la norma de referencia Suiza.

Finalmente, las proyecciones de los niveles de sobrepresión (tronaduras), según los resultados de la Modelación Acústica los niveles de ruido generados, en todos los escenarios en la fase de construcción y operación, están por debajo de los límites establecidos en la norma de referencia Australiana para los receptores humanos.

b.2) Impacto RU-2 “Aumento de Niveles de Presión Sonora (Ruido) en Receptores Sensibles Fauna”

Este impacto corresponde a la afectación de individuos de fauna por efecto del aumento en los niveles de ruido, producto del desarrollo de las actividades asociadas a la fase de Construcción, Operación y Cierre del Proyecto.

Durante la fase de Construcción en el área Mina, el potencial impacto guarda relación con el ruido generado por maquinaria y/o equipos de construcción y tronaduras. Durante la fase de Operación las principales fuentes de ruidos están asociadas al uso de maquinaria, flujo vehicular y la operación propia de faena minera.

En el área Obras Lineales y Pampa durante la fase de Construcción, los potenciales impactos guardan relación con el ruido generado por las actividades de tronadura, uso de maquinaria, movimiento de tierra, construcción de caminos, construcción de obras líneas para los sistemas de transporte de concentrado (STC) y sistema de transporte de agua desalinizada (STAD), entre otros. Para la fase de operación, principalmente las fuentes de ruidos guardan relación con las estaciones de bombeo a lo largo del concentraducto y acueducto, además del flujo vehicular.

En el Área Puerto, durante la fase de Construcción el potencial impacto guarda relación principalmente con el ruido generado por las actividades de tronaduras. Durante la fase de Operación los aumentos en los niveles de ruido se relacionan con el funcionamiento del Sistema de filtración y embarque de concentrado, así como del Sistema de desalinización de agua de mar y flujo vehicular.

Respecto a la evaluación de los efectos de las tronaduras en el Área Mina y Puerto, es importante destacar que el potencial impacto es analizado de manera particular en los receptores activos, es decir, fuera del límite de las áreas sujetas a Plan de Manejo Biológico de rescate y relocalización de fauna de baja movilidad y/o perturbación controlada (Capítulo 7 “Plan de Medidas de Mitigación, Reparación y Compensación”), o fuera de las áreas donde el Proyecto ha considerado la ejecución de procedimientos específicos, entendiendo que al momento de la ejecución de las tronaduras al interior o próximos a las áreas de intervención no existirá un receptor activo.

Cabe señalar, que si bien no existe normativa nacional e internacional que establezca un límite máximo para la exposición de la fauna al ruido producido por las tronaduras, se ha adoptado el Criterio EPA como valor conservador y preventivo.

Por su parte, el Proyecto considera implementar de manera previa un procedimiento específico de tronaduras submarinas el cual contiene indicaciones para la preservación del medio ambiente

y en específico sobre la fauna existente en la zona en que se deben desarrollar los trabajos de tronaduras submarinas y costeras (Anexo 1.12 del Capítulo 1 Descripción de Proyectos). Asimismo, para el Área Mina también desarrollará un protocolo que contiene igualmente una serie de actividades destinadas a resguardar la fauna existente en sectores próximos a los trabajos de tronaduras, las cuales tienden a alejar a las especies próximas a los lugares donde se realizaran los trabajos de tronaduras (Anexo 1.11 del Capítulo 1 Descripción de Proyectos).

De acuerdo a lo anterior, se considera que en estos puntos no se registra de manera efectiva especies de fauna que pueda ser afectada por el Proyecto. Sin perjuicio de lo anterior, se incorporan a la evaluación, los puntos en el Área Puerto, donde se proyecta relocalizar la fauna.

Ahora bien, los efectos potenciales del ruido sobre la fauna incluyen: daño auditivo, cambios fisiológicos y alteraciones del comportamiento. Estos efectos pueden ser directos o indirectos. El primero está relacionado a efectos físicos en el animal y el segundo a los cambios que ocurren entre el animal y su ambiente. La Tabla 4-101 describe los efectos que altos niveles de ruidos podrían generar en la fauna.

Tabla 4-101. Efectos potenciales del ruido sobre la fauna.

Tipo de efecto	Directo	Indirecto
Auditivo	Pérdida de audición	Cambio en relaciones depredador-presa
	Corrimiento de umbral	Reducción en funcionamiento
Fisiológica	Tensión	Capacidad reproductiva reducida
	Cambio metabólico	Sistema inmunológico debilitado
	Cambio hormonal	Reducción en funcionamiento
Comportamiento	Enmascaramiento de señal	Cambio en relaciones depredador-presa
		Reducción de población
	Comportamiento evasivo	Migración y pérdida de hábitat
		Interferencia en apareamiento

Fuente: United States Environmental Protection Agency (EPA); "Effects of Noise on Wildlife and Other Animals", 1971 (Resumen de antecedentes).

Los efectos auditivos, se asocian a niveles de ruido muy altos (a menudo sobre los 90 dB), que por lo general sólo existen bajo condiciones de laboratorio. Estos efectos implicarían pérdida auditiva o corrimiento de umbral, que son una sensibilidad al sonido reducida, similar a una pérdida auditiva parcial. Los corrimientos de umbral, interfieren potencialmente con la comunicación y reducen la capacidad de funcionamiento de un organismo.

Los efectos fisiológicos, tales como cambios metabólicos y hormonales, a menudo se asocian con la tensión. La tensión en la fauna en su entorno natural es una respuesta difícil de cuantificar. Para la fauna, las reacciones de tensión son parte de la supervivencia y de una vida cotidiana, e implican lo que se refiere comúnmente como respuesta "lucha o vuela". Se comienzan a ver

efectos cuando esta reacción es inadecuada, como por ejemplo, huir de un ruido que no representa una amenaza. Las reacciones inadecuadas agotan innecesariamente los recursos energéticos del animal, pudiendo aumentar su susceptibilidad, mayor tendencia a desarrollar enfermedades y, en el caso de los depredadores, llega a aumentar el hambre, tornándolos más agresivos.

Los cambios en los patrones de comportamiento normal, son los efectos más evidentes del ruido en la fauna. Cuando el ruido se convierte en una intrusión desagradable en su hábitat, estos cambios incluyen alteraciones en la localización de hábitat, (sectores de alimentación y descanso) y en los patrones de migración, así como en un comportamiento anormal que puede causar dificultad en el apareamiento y la supervivencia.

En resumen, el ruido es el factor que mayormente incide sobre la fauna, la cual confía en gran medida en las señales auditivas para sobrevivir, siendo la frecuencia del ruido un factor de alteración para las especies que utiliza señales específicas, establecer apareamiento o territorio. Los aumentos en los niveles de ruido de fondo, podrían interferir o enmascarar las señales de comunicación utilizadas en el apareamiento o en la supervivencia, lo que podría influenciar la actividad de apareamiento, distribuciones de población y detección de depredadores o presa. Los ruidos que asustan o hacen huir a la fauna pueden, potencialmente, agotar los recursos del animal, resultando en una disminución de su funcionamiento y en una posibilidad de daño o lesión.

Sin embargo, es importante considerar que existen numerosos hábitats de la fauna en ambientes de alto nivel de ruido, tales como aeropuertos e instalaciones militares. Estas áreas, a menudo se convierten en hábitats atractivos debido a que el uso humano es limitado y/o prohibido. Para las especies que emigran hacia estas áreas, la exposición al ruido puede ser menos significativa que el beneficio de aislamiento y hábitat que estas áreas proporcionan.

Según la información recopilada a través de los estudios científicos disponibles, en la Tabla 4-102 se señalan los niveles de ruido para los cuales se ha determinado que los animales sufren daños de algún tipo.

Tabla 4-102. Efectos sobre fauna de acuerdo a niveles de ruido.

Mamíferos ⁴⁷	90 [dB]
Niveles de Ruido sobre los 90 [dB] es más probable que generen efectos adversos en mamíferos y están asociados a gran número de conductas como retiro de la zona de la fuente de ruido, inmovilidad, o una respuesta fuertemente asustadiza. Niveles de ruido bajo los 90 [dB], normalmente causan efectos adversos menores. Estudios de laboratorio en animales domésticos mamíferos han indicado que las respuestas conductuales varían de acuerdo al tipo de ruido y a su nivel, y que los animales parecen aclimatarse a algún tipo de alteraciones.	
Roedores ⁴⁸	85 - 105 [dB]

⁴⁷Anthony et al. 1959; Bond et al. 1963; Ames y Arehart 1072; Espmark et al. 1974; Ames 1978

⁴⁸Borg E and AR Moller (1978) Noise and blood pressure: Effect on lifelong exposure in the rat.

Mamíferos ⁴⁷	90 [dB]
Investigaciones efectuadas por Moller (1978) y Borg (1979,1981) demostraron que roedores en ambientes donde estaban expuestos a niveles de presión sonora de entre 85 y 105 [dB] por 10 horas al día, durante la mayor parte de sus vidas, no mostraban ningún cambio significativo en la presión de sangre, peso corporal, consumo de agua, tiempo de vida o enfermedades. Excediendo estos niveles se podrían presentar efectos adversos.	
Aves ⁴⁹	85 [dB]
Reporte del comité del “problema del ruido” estableció que para asustar a aves, de forma que abandonan el área, era necesario generar un nivel de ruido de 85 [dB] medidos en el oído del ave. Por otro lado, en muchas aves que tienen umbrales de audición similares a los de los humanos, se ha demostrado que incurren en pérdida auditiva producto de niveles de ruido de entre 95 a 100 [dB].	
Reptiles ⁵⁰	95 [dB]
Bondello et al. (1979) experimentó con lagartos en laboratorio, llegando a la conclusión que sobre los 95 [dB(A)] de 510 segundos de exposición se generaba una pérdida auditiva.	

Fuente: elaboración propia

De acuerdo a la Guía de Evaluación Ambiental: Componente Fauna Silvestre G-PR-GA-03, publicada por el Servicio Agrícola Ganadero (SAG) del Ministerio de Agricultura en 2012, en el punto 5.2, letra (g) se recomienda utilizar como referencia a la EPA (U.S Environmental Protection Agency, 1971), que establece como referencia un máximo de 85 dB para no generar efectos sobre fauna silvestre.

En base a lo anterior se elaboró el Informe de Modelación Acústica (Anexo 4.2.2) para evaluar el impacto del ruido sobre el elemento fauna, determinándose aquellas actividades que generen efectos según el criterio EPA. Esta referencia internacional evalúa el efecto de la exposición al ruido sobre la fauna en tres grandes grupos: animales de laboratorio, animales domésticos y animales silvestres.

La EPA 550/9-80-100 no establece límites de ruido, si no que provee de algunos criterios de exposición al ruido y los efectos esperados. De esta forma, según el criterio de la EPA 550/9-80-100 Effects of Noise on Wildlife and Other Animals, se requiere de un nivel de 85 dB(A) para que las aves se asusten y se vayan del lugar. Este nivel es solo un criterio y no un límite máximo permitido.

Específicamente en el caso de los reptiles, este informe solo indica que la iguana del desierto tiene una audición más sensible en el rango de 900 a 3000 Hz. También entrega indicaciones sobre la actividad que más efectos tiene sobre estos animales: los vehículos rodados (ORVs, offroad vehicles), concluyendo que los rallys deben evitarse, especialmente en los periodos reproductivos de estas especies.

⁴⁹Marler, 1973 “Effect of continuous noise on avian hearing and development, proceeding of the National Academy of Sciences”.

⁵⁰Bondello, 1979 “Effect of dune buggy sound on the telencephalic auditory evokes response in the Mojave fringe-toed lizard”.

Tabla 4-103. Sensibilidad y rango de frecuencia para cada grupo de vertebrados.

Grupo de fauna	Rango de frecuencia	Sensibilidad
Mamíferos	< 10 Hz a 150 kHz	Desde 20 dB
Aves	100 Hz a 8-10 kHz	0 – 10 dB
Reptiles	50 Hz a 2 kHz	40 – 50 dB
Anfibios	100 Hz a 2 kHz	10 – 60 dB

Fuente: ACUambiente 2013

La Modelación Acústica (Anexo 4.2.2) se realizó en base a una serie de escenarios (14) de los cuales 3 corresponden a la modelación del ruido generado por tronaduras durante la fase de Construcción.

A continuación, se presenta una síntesis de los resultados de la Modelación Acústica, respecto al cumplimiento de la normativa de referencia para los distintos escenarios evaluados, respecto a la evaluación del receptor sensible Fauna. Los mapas de ruido que muestran la propagación de los niveles de ruido en el territorio y los valores tabulados se presentan en el Anexo 4.2.2.

- Fase Construcción:
 - Escenario CON-1

Respecto al efecto de la exposición de ruido sobre la fauna existente y en los sectores donde se proyecta relocalizar fauna de baja movilidad como parte del plan de manejo ambiental (receptores activos), se puede indicar que los resultados de la modelación en la fase de Construcción en el área Mina, muestran que todos los puntos de evaluación cumplen con el límite máximo establecido en esta Norma de referencia EPA para fauna silvestre.

- Escenario CON-2A

De acuerdo a los resultados de la modelación para este escenario, durante la construcción de los campamentos del Área Obras Lineales y el Área Pampa, se cumple en todos los puntos de evaluación con el límite máximo establecido en la Norma de referencia EPA para fauna silvestre.

- Escenario CON-2B

De acuerdo a los resultados de la modelación para este escenario, durante la fase de Construcción de las obras, partes y/o actividades del Proyecto en el área Obras Lineales y en el Área Pampa, se cumple en todos los puntos de evaluación con el límite máximo establecido en la Norma de referencia EPA para fauna silvestre.

- Escenario CON-2C

De acuerdo a los resultados de la modelación para este escenario, durante la construcción de los caminos en el Área Obras Lineales y en el Área Pampa, se cumple en todos los puntos de evaluación con el límite máximo establecido en la Norma de referencia EPA para fauna silvestre.

- Escenario CON-2D

De acuerdo a los resultados de la modelación para este escenario, durante la fase de Construcción de las obras, partes y/o actividades del Proyecto en el área Obras Lineales y en el Área Pampa, respecto a fuentes móviles, se cumple en todos los puntos de evaluación con el límite máximo establecido en la Norma de referencia EPA para fauna silvestre.

- Escenario CON-3A

Los resultados de la modelación de este escenario, muestran que en todos los puntos de evaluación de fauna, se encuentran por debajo de los límites máximos establecidos en la normativa de referencia EPA, por lo cual es posible determinar que el ruido generado por las fuentes fijas en el Área Puerto no afectará o perturbará a la fauna presente.

- Escenario CON-3B

Los resultados de la modelación de este escenario, muestran que en todos los puntos de evaluación de fauna, se encuentran por debajo de los límites máximos establecidos en la normativa de referencia EPA, por lo cual es posible determinar que el ruido generado por las fuentes fijas en el Área Puerto no afectará o perturbará a la fauna presente.

- Escenario TR-CON-1MN

Respecto al efecto de la exposición de ruido producto de las actividades de tronaduras sobre el receptor fauna, se puede señalar que de acuerdo a los resultados de la modelación para este escenario, durante la fase de Construcción en el área Mina, existe un solo punto sobre el límite máximo establecido en la Norma de referencia EPA, correspondiente al punto F-13, el cual se localiza en quebrada Llaretta a un costado de la obra Acopio Marginal Sur, en un área muy cercana a una zona donde se desarrollaran trabajos de tronaduras. No obstante, el Proyecto como parte de su diseño ha previsto para el caso de las actividades de tronaduras en el área Mina, la implementación de acciones destinadas a la protección de la fauna del entorno inmediato a las zonas donde se ejecutarán trabajos de tronaduras. Estas son detalladas en el Anexo 1.11 "Procedimiento de Tronaduras para Fauna Minera, Sector Quebrada Llaretta", del Capítulo 1 Descripción de Proyectos.

Por su parte, en este escenario los puntos de evaluación ubicados en las áreas de relocalización de fauna (receptores activos), de acuerdo a la modelación acústica, presentaron niveles de ruido que cumplen con lo establecido en la Norma EPA (85 dB).

- Escenario TR-CON-OL

Respecto al efecto de la exposición de ruido producto de las actividades de tronaduras sobre el receptor fauna, se puede indicar que de acuerdo a los resultados de la modelación acústica, este escenario (construcción de Obras Lineales), en su mayoría se cumple con el límite máximo establecido en la Norma EPA (85 dB). A excepción del punto F-18 (Concentraducto-Acueducto A), el cual presentó una superación de 8 dB por sobre el límite de la Norma de referencia EPA, en el sector en donde se ubica la fuente de ruido TR-CON-OL-12.

Al respecto, es pertinente indicar que en dicho punto no se constata como un receptor activo al momento de desarrollar los trabajos de tronaduras, ya que el punto evaluado se localiza sobre la plataforma de las obras lineales que será previamente liberada mediante los planes de rescate y/o perturbación controlada de fauna.

- Escenario TR-CON-PA

Respecto al efecto de la exposición de ruido producto de las actividades de tronaduras sobre el receptor fauna, se puede inferir que de acuerdo a los resultados de la modelación para este escenario (fase de Construcción en el área Pampa), se cumple con el límite máximo establecido en la Norma de referencia EPA para fauna silvestre.

- Escenario TR-CON-PU

Respecto al efecto de la exposición de ruido producto de las actividades de tronaduras sobre el receptor fauna, se puede inferir que de acuerdo a los resultados de la modelación para este escenario, durante la fase de Construcción en el área Puerto, existen tres puntos sobre el límite máximo establecido en la Norma de referencia EPA, específicamente en los puntos F21 (Terminal Concentraducto), F22 (Fauna terrestre PVG001) y F23 (Fauna marina POF-TR4). No obstante, tal como se indicó precedentemente, el Punto F21 no se considera un receptor activo, ya que se localiza al interior del área que será intervenida por el Proyecto, por lo cual la fauna existente será relocalizada como parte del Plan de Rescate y Relocalización de Reptiles y Micromamíferos y Perturbación controlada (Ver Capítulo 7 del EIA “Plan de Medidas de Mitigación, Reparación y Compensación”). En cuanto a los Puntos F22 y F23 considerados como receptores no activos, como parte del diseño del Proyecto, se considera implementar de manera previa un procedimiento específico de tronaduras submarinas, el cual contiene indicaciones para la preservación del medio ambiente, y en específico sobre la fauna marino costera existente en la zona en que se deben desarrollar los trabajos de tronaduras submarinas y costeras. Estas acciones tienden a alejar a las especies de fauna próximas al lugar que será intervenido. El procedimiento se encuentra detallado en el Anexo 1.12 del Capítulo Descripción de Proyectos del EIA.

Por su parte, respecto a los puntos asociados a las áreas de relocalización de especies de fauna en el Área Puerto, los resultados de la modelación indican que se cumple con lo establecido en la Norma EPA.

- Fase Operación:
 - Escenario OP-1

Respecto al efecto de la exposición de ruido sobre la fauna (EPA), se puede inferir que de acuerdo a los resultados de la modelación para este escenario durante la fase de Operación, los puntos de evaluación cumplen con el límite máximo establecido en la Norma de referencia EPA para fauna silvestre.

- Escenario OP-2A

Respecto al efecto de la exposición de ruido sobre la fauna, se puede indicar que de acuerdo a los resultados de la modelación para este escenario los puntos de evaluación cumplen con el límite máximo establecido en la Norma de referencia EPA para fauna silvestre.

- Escenario OP-2B

Respecto al efecto de la exposición de ruido sobre la fauna, se puede indicar que de acuerdo a los resultados de la modelación para este escenario los puntos de evaluación cumplen con el límite máximo establecido en la Norma de referencia EPA para fauna silvestre.

- Escenario OP-3

Respecto al efecto de la exposición de ruido sobre la fauna, se puede indicar que de acuerdo a los resultados de la modelación para este escenario los puntos de evaluación cumplen con el límite máximo establecido en la Norma de referencia EPA para fauna silvestre.

- Escenario TR-OP-1-M

Los resultados de modelación de este escenario muestran que se cumple con lo establecido en la Norma de referencia EPA para fauna silvestre, por lo cual es posible determinar que el ruido generado por las tronaduras del Proyecto en el Área Mina, no afectará los receptores de fauna circundante.

En consecuencia, respecto a la evaluación de la potencial perturbación de individuos de fauna silvestre por generación de ruido, es posible establecer que en base a los resultados de la Modelación Acústica, para los escenarios asociados al ruido generado por fuentes fijas y móviles (maquinaria, instalaciones y flujos de transporte), durante todas las fases del Proyecto en los puntos representativos y característicos del entorno donde se concentra la fauna los límites máximos establecidos en la Normativa de referencia EPA, no serán superados.

Por su parte, las proyecciones de niveles de sobrepresión (tronaduras) sobre el receptor sensible fauna, muestran como resultado que el valor referencial EPA utilizado, será superado en el punto F-13 (zona próximo a trabajos de tronaduras) evaluado en el escenario TR-CON-1-M, en el punto F-18 (en Área Obras Lineales) bajo las condiciones de tronaduras descritas en el escenario TR-

CON-OL-12, y en los puntos F-21, F-22 y F23 (en el Área Puerto) evaluados en el escenario TR-CON-1-P.

Respecto a los trabajos de tronaduras estos se desarrollarán entre el mes 8 y el mes 24 de la fase Construcción (en operación solo se consideran en el rajo). Entre el mes 8 y el mes 10 se considera como mínimo una tronadura diaria y como máximo en casos muy puntuales se efectuarán 3 tronaduras al día (4 días al mes). A partir del mes 11 al mes 15, como máximo se efectuarán 2 tronaduras en un día cualquiera, lo cual será en casos muy puntuales (6 días en el mes). Finalmente del mes 16 al mes 24 se considera como máximo 2 tronaduras al mes. Por lo tanto se considera como una actividad puntual y acotada, tanto en tiempo como espacio o área de afectación.

Con relación al punto F-13 localizado fuera del área de intervención del Proyecto, pero próximo a un sector de trabajos de tronaduras asociado a la construcción de la plataforma del Canal de Contorno Depósito de Relaves en quebrada Llareta, de acuerdo a los registros de Línea de base de Animales Silvestres (acápite 3.3.3 del EIA), en las inmediaciones del punto se ha registrado la presencia de una especie de reptil (*Liolaemus jamesi*), nueve especies de mamíferos (*Abrothrix andinus*, *Akodon albiventer*, *Akodon berlepschii*, *Equus asinus*, *Lama guanicoe*, *Phyllotis xanthopygus*, *Vicugna*, *Lycalopex culpaeus* y *Lagidium peruanum*), y 13 especies de aves (*Agriornis montanus*, *Asthenes modesta*, *Leptasthenura aegithaloides*, *Metriopelia aymara*, *Muscisaxicola rufivertex*, *Ochetorhynchus ruficaudus*, *Phrygilus atriceps*, *Phrygilus unicolor*, *Rhea pennata*, *Sicalis auriventris*, *Sicalis olivascens*, *Sicalis uropygialis* y *Tinamotis pentlandii*).

Al respecto, es importante señalar que el Proyecto ha previsto para el caso de las actividades de tronaduras en el área Mina, la implementación de acciones destinadas a la protección de la fauna del entorno inmediato a las zonas donde se ejecutarán trabajos de tronaduras. Estas son detalladas en el Anexo 1.11 "Procedimiento de Tronaduras para Faena Minera, Sector Quebrada Llareta", del Capítulo 1 Descripción de Proyectos, entre las cuales se precisan las siguientes:

- Se realizará una inspección previa de la fauna presente en Sector Quebrada Llareta.
- Se utilizará una carga placebo, disparada unos minutos antes de efectuar la tronadura, con el propósito de dispersar y alejar la fauna terrestre que se pueda encontrar en las cercanías de la tronadura.
- Se calcularán las cargas con la mínima cantidad de explosivo para lograr la fractura de la roca, de modo de dejar el mínimo de energía remanente, disipada al medio.
- Se calcularán las cargas con la mínima cantidad de explosivo para lograr la fractura de la roca, de modo de dejar el mínimo de energía remanente, disipada al medio.
- Se utilizarán retardadores de milisegundos entre cargas, con el objeto de secuenciar la activación de las mismas, disminuyendo el peak de presión de la onda de choque y distribuir la energía del explosivo en un mayor tiempo.

- Se utilizarán secuencias de disparo que produzcan la mayor generación de grietas en la roca, con el objeto de disminuir la cantidad de explosivo.

Por su parte, respecto al punto F-18 (localizado en Obras Lineales), de acuerdo a lo señalado en el acápite 3.3.3 Línea de Base Animales Silvestres, entorno al punto se ha registrado una muy baja riqueza de especies de fauna, identificándose solo el reptil *Liolaemus jamesi*, los mamíferos *Lama guanicoe* y *Vicugna vicugna*, y las aves *Asthenes modesta*, *Metriopelia aymara*, *Rhea pennata* y *Tinamotis pentlandii*. Asimismo, tal como ya se indicó anteriormente el punto se localiza sobre la plataforma de las obras lineales que será intervenida, por lo tanto, en lo que respecta a la fauna de baja movilidad en esta área se aplicarán las medidas de mitigación pertinentes destinadas a mitigar los efectos sobre las especies de baja movilidad mediante rescate y/o perturbación controlada.

En cuanto al Área Puerto, de acuerdo a lo señalado en la sección Ecosistemas Marinos del presente Capítulo, la fauna marino costera, corresponde a 28 especies de vertebrados superiores, entre reptiles, aves y mamíferos, de los cuales 11 se encuentran en alguna categoría de conservación, sin embargo, no se identificaron sitios de interés como loberas, pingüineras o sitios de nidificación o descanso de aves migratorias en las áreas costero marinas proyectadas para la ejecución de obras y/o actividades contempladas durante las fases de construcción y operación del Proyecto (Figura 4-109), los cuales se ubican en Punta Patillos, al norte del área de intervención y al norte y sur de Punta Patache.

Es relevante señalar que todas las especies de esta comunidad poseen alta movilidad, excepto el reptil *Microlophus quadrivittatus*, para el cual se proponen medidas de mitigación (perturbación controlada o rescate y relocalización), como parte del plan de manejo de animales silvestres. Esto último aplica para el punto F-21.

El área del emplazamiento de las obras terrestres se encuentra en el sector Desierto Costero, en el cual el ambiente de fauna más representativo está conformado principalmente por áreas desprovistas de vegetación (96,3% de la superficie total del sector). Adicionalmente el área de emplazamiento se encuentra en un entorno de un área previamente intervenida (área industrial), la cual se caracteriza por una baja diversidad y riqueza de especies de fauna.

Por su parte, excepcionalmente en el sector costero durante la campaña de invierno de 2016 se divisó en el recorrido del transecto marítimo TM-2, un ejemplar de la especie *Lontra felina* (“chungungo”), especie categorizada como Vulnerable (VU), de acuerdo al RCE (DS 42/2011 MMA), en el ámbito del área de influencia marina, a unos 460 m de distancia hacia el norte del sitio de la futura ubicación del Muelle de embarque de concentrado. De manera similar, durante el desarrollo de las actividades realizadas para la Línea de Base Animales Silvestres, también fueron divisados individuos de esta especie, durante las campañas de verano y primavera del 2015 (estaciones PVG003 y PVG001, respectivamente); así como en verano del 2016 (JMA001, JMA002, JMA003 y MHT054), ubicadas tanto dentro como fuera del área de influencia (ver Figura 4-110).

Estos hallazgos sugieren que si bien la franja costera comprendida en el área de influencia, es parte del hábitat, esta condición no constituye una exclusividad, toda vez que la especie se distribuye a lo largo de la Costa del Océano Pacífico.

No obstante lo anterior, el Proyecto ha previsto tanto para el caso de las tronaduras submarinas y en el borde costero, la implementación de medidas de protección específicas para la fauna del entorno inmediato. Esto aplica para toda la zona costera que será afectada por las tronaduras (representados por los puntos F-22 y F-23). Estas son detalladas en el Anexo 1.11 Procedimiento de tronaduras submarinas del Capítulo 1 Descripción de Proyectos, entre las cuales se precisan las siguientes:

- Las medidas de protección para la avifauna y fauna de alta movilidad, están orientadas a la ejecución de inspecciones de campo en la zona a designar como de seguridad o de exclusión para tronaduras, verificándose la no existencia de lugares de apareamiento y nidificación. De existir deberán ser reubicados por un profesional Ad-Hoc. Tal como fue señalado, no se identificaron sitios de nidificación o descanso de aves migratorias en las áreas costero marinas proyectadas para la ejecución de obras y actividades contempladas durante las fases de construcción y operación del Proyecto.
- Se estimarán cargas explosivas mínimas para lograr la fracturación de la roca, a fin de dejar el mínimo de energía remanente disipada al medio.
- Se emplearán retardadores de milisegundos entre cargas, con el objeto de secuenciar la activación de las mismas, disminuyendo los golpes de presión de la onda de choque, distribuyendo la energía del explosivo en un mayor tiempo.
- Se empleará una carga placebo, la cual será disparada unos minutos antes de efectuar la tronadura, con el propósito de dispersar y alejar la fauna pelágica que pueda encontrarse en las cercanías de los sitios proyectados para la ejecución de tronaduras, así como la fauna marina en general (peces, aves y mamíferos).

De lo anterior, se entiende que los trabajos de tronaduras en el Área Mina, Obras Lineales y particularmente en el Área Puerto, no generarán efectos adversos significativos sobre la fauna existente, ya serán actividades acotadas y puntuales. Además, se reitera que la evaluación y por lo tanto los potenciales efectos serán efectivos fuera de los límites de las áreas de aplicación de las medidas y acciones previstas por el Proyecto, es decir, donde efectivamente se encontrarán las especies de fauna (receptores activos).

En consecuencia, para todos los escenarios evaluados para las fases Construcción, Operación y del Proyecto, en todos los puntos receptores activos de fauna, se cumple con el criterio establecido por la Guía de Evaluación de Ambiental: Componente Ambiental Fauna Silvestre (SAG G-PR-GA-03).

c) Calificación del Impacto

c.1) Impacto RU-1 “Aumento de Niveles de Presión Sonora (Ruido) en Receptores Sensibles Humanos y Sociales”

Considerando los antecedentes previamente presentados y los resultados de la Modelación Acústica (Anexo 4.2.2), este impacto se califica de la siguiente forma:

- Fase de Construcción (todas las áreas):

Carácter (C): Este impacto es considerado de carácter **Negativo** (-1), para la fase de Construcción del Proyecto, pues implica un aumento de los niveles en las emisiones de ruido existentes.

Probabilidad de Ocurrencia (PO): La probabilidad de ocurrencia de este impacto es **Probable** (0,6), ya que en la mayoría de los escenarios se da cumplimiento a los límites normativos y de referencia, a excepción del punto H-7A Campamento Ductos N°1 en periodo diurno, no obstante, dado que las actividades de construcción de las obras lineales solo se ejecutarán durante el día, se considera el uso efectivo del campamento en período nocturno, por lo que en estricto rigor no se constatará impacto acústico negativo sobre el receptor al interior del recinto en periodo diurno.

Intensidad (I): La intensidad para este impacto durante la fase de construcción se considera como **Mediana** (0,4). Donde el grado de perturbación ha sido categorizado como **Medio**, ya que de acuerdo a la Modelación Acústica (Anexo 4.2.2), en la mayoría de los escenarios asociados a la fase de Construcción, los niveles de ruidos emitidos, ya sea, por fuentes móviles como fijas y tronadura, cumplen con la normativa de referencia para receptores humanos (H y S). Por su parte, el punto H-7A Campamento Ductos N°1, el único en incumplimiento, no se constata impacto adverso acústico negativo, en periodo diurno, dado que en estricto rigor se considera su uso efectivo en solo en periodo nocturno.

Respecto al valor ambiental, este se considera **Mediano**, debido a que el principal tipo de receptor sensible y que potencialmente podría verse afectado corresponde a receptores habitaciones industriales (campamentos).

Tabla 4-104. Calificación Intensidad Impacto RU-1 Fase Construcción.

Grado de Perturbación	Valor Ambiental (VA)			
	Muy Alto (4)	Alto (3)	Mediano (2)	Bajo (1)
Muy Fuerte (4)	Muy Alta (4)	Muy Alta (4)	Alta (3)	Mediana (2)
Fuerte (3)	Muy Alta (4)	Alta (3)	Mediana (2)	Mediana (2)
Medio (2)	Alta (3)	Mediana (2)	Mediana (2)	Baja (1)
Suave (1)	Mediana (2)	Mediana (2)	Baja (1)	Baja (1)

Fuente: Elaboración Propia.

Extensión (E): La extensión de este impacto se estima como **Puntual** (0,3), si bien la propagación del ruido generado por el Proyecto alcanza una extensión mayor que el entorno inmediato de las

fuentes generadoras, los niveles proyectados se circunscriben al entorno inmediato de la faena minera y/o los frentes de trabajo.

Duración (Du): Este impacto presenta una duración **Larga** (0,5), ya que se mantendrán los efectos durante toda la fase de Construcción del Proyecto, que se considera de 4 años, no obstante, las fuentes de ruido generalmente no funcionan de forma simultánea, sino que de forma secuencial en el tiempo o en grupos de trabajo.

Desarrollo (De): El desarrollo de este impacto se clasifica como **Medio** (0,4), ya que los mayores aumentos de los niveles de ruido (peores escenarios) tardarán en desarrollarse completamente entre 1 a 3 años.

Reversibilidad (Re): Se estima que este impacto es **Reversible** (0,2), ya que el efecto de este impacto se revierte en forma natural, una vez que las fuentes dejen de operar y cesen sus emisiones sonoras.

Tabla 4-105. Matriz de Calificación Impacto RU-1 Fase de Construcción.

Fase	Impacto	Código	Área	C	PO	I	E	Du	De	Re	CAI
Construcción	Aumento de los Niveles de Presión sonora	RU-1	Todas las áreas	-1	0,6	0,4	0,3	0,5	0,4	0,2	-0,22

Fuente: Elaboración Propia.

Según lo antes descrito, este impacto para la fase de Construcción presenta un valor de CAI igual a -0,22.

- Fase de Operación (todas las áreas):

Carácter (C): Este impacto es considerado de carácter **Negativo** (-1), para la fase de Operación del Proyecto, pues implica un aumento de los niveles en las emisiones de ruido existentes.

Probabilidad de Ocurrencia (PO): La probabilidad de ocurrencia de este impacto es **Probable** (0,5), ya que si bien hay un aumento en los niveles sonoros, en todos de los escenarios se da cumplimiento a los límites normativos y de referencia.

Intensidad (I): La intensidad resultante para este impacto durante la fase de operación se considera como **Mediana** (0,4). Donde el grado de perturbación ha sido categorizado como **Medio**, ya que durante la fase de operación los aumentos en las emisiones de ruido serán acotados y puntuales, y de acuerdo a la Modelación Acústica (Anexo 4.2.2), en todos los puntos evaluados se cumple con la normativa vigente y de referencia utilizada para receptores humanos (H y S), para fuentes fijas, móviles y tronadura, además las principales fuentes generadoras de ruido se encuentran alejadas de los receptores sensibles.

Respecto al valor ambiental del recurso, este se considera **Mediano**, debido a que el principal tipo de receptor sensible corresponde a receptores habitaciones industriales (campamentos).

Tabla 4-106. Calificación Intensidad Impacto RU-1 Fase Operación.

Grado de Perturbación	Valor Ambiental (VA)			
	Muy Alto (4)	Alto (3)	Mediano (2)	Bajo (1)
Muy Fuerte (4)	Muy Alta (4)	Muy Alta (4)	Alta (3)	Mediana (2)
Fuerte (3)	Muy Alta (4)	Alta (3)	Mediana (2)	Mediana (2)
Medio (2)	Alta (3)	Mediana (2)	Mediana (2)	Baja (1)
Suave (1)	Mediana (2)	Mediana (2)	Baja (1)	Baja (1)

Fuente: Elaboración Propia.

Extensión (E): La extensión de este impacto se estima como **Puntual** (0,3), si bien la propagación del ruido generado por el Proyecto alcanza una extensión mayor que el entorno inmediato de las fuentes generadoras, los niveles proyectados se circunscriben al entorno inmediato de la faena minera.

Duración (Du): Este impacto presenta una duración **Permanente** (0,8), ya que se mantendrán los efectos durante toda la fase de Operación del Proyecto, que se considera de 25 años.

Desarrollo (De): El desarrollo de este impacto se clasifica como **Medio** (0,4), ya que los mayores aumentos de los niveles de ruido (peores escenarios) se tardarán en desarrollarse completamente entre 1 a 3 años.

Reversibilidad (Re): Se estima que este impacto es **Reversible** (0,2), ya que el efecto de este impacto se revierte en forma natural, una vez que las fuentes dejen de operar y cesen sus emisiones sonoras.

Tabla 4-107. Matriz de Calificación Impacto RU-1 Fase de Operación.

Fase	Impacto	Código	Área	C	PO	I	E	Du	De	Re	CAI
Operación	Aumento de los Niveles de Presión sonora	RU-1	Todas las áreas	-1	0,7	0,4	0,3	0,8	0,4	0,2	-0,29

Fuente: Elaboración Propia.

Según lo antes descrito, este impacto para la fase de Operación presenta un valor de CAI igual a -0,29.

- Fase Cierre (todas las áreas)

Carácter (C): Este impacto es considerado de carácter **Negativo** (-1), para la fase de Cierre del Proyecto, pues implica un aumento de los niveles en las emisiones de ruido existentes.

Probabilidad de Ocurrencia (PO): La probabilidad de ocurrencia de este impacto es **Probable** (0,5), ya que si bien hay un aumento en los niveles sonoros, en todos de los escenarios se da cumplimiento a los límites normativos y de referencia.

Intensidad (I): La intensidad resultante para este impacto durante la fase de Cierre se considera como **Baja** (0,3). Donde el grado de perturbación ha sido categorizado como **Suave**, ya que durante la fase de cierre los aumentos en las emisiones de ruido serán acotados y puntuales, y de acuerdo a la Modelación Acústica (Anexo 4.2.2), en todos los puntos evaluados se cumple con la normativa vigente y de referencia utilizada para receptores humanos (H y S), para fuentes fijas y móviles, además las principales fuentes generadoras de ruido se encuentran alejadas de los receptores sensibles.

Respecto al valor ambiental del recurso, este se considera **Mediano**, debido a que el principal tipo de receptor sensible corresponde a receptores habitaciones industriales (campamentos).

Tabla 4-108. Calificación Intensidad Impacto RU-1 Fase Cierre.

Grado de Perturbación	Valor Ambiental (VA)			
	Muy Alto (4)	Alto (3)	Mediano (2)	Bajo (1)
Muy Fuerte (4)	Muy Alta (4)	Muy Alta (4)	Alta (3)	Mediana (2)
Fuerte (3)	Muy Alta (4)	Alta (3)	Mediana (2)	Mediana (2)
Medio (2)	Alta (3)	Mediana (2)	Mediana (2)	Baja (1)
Suave (1)	Mediana (2)	Mediana (2)	Baja (1)	Baja (1)

Fuente: Elaboración Propia.

Extensión (E): La extensión de este impacto se estima como **Puntual** (0,2), si bien la propagación del ruido generado por el Proyecto alcanza una extensión mayor que el entorno inmediato de las fuentes generadoras, los niveles proyectados se circunscriben al entorno inmediato de la faena minera.

Duración (Du): Este impacto presenta una duración **Larga** (0,5), ya que se mantendrán los efectos durante toda la fase de Cierre del Proyecto, que se considera de 4 años, no obstante, las fuentes de ruido generalmente no funcionan de forma simultánea, sino que de forma secuencial en el tiempo o en grupos de trabajo.

Desarrollo (De): El desarrollo de este impacto se clasifica como **Medio** (0,4), ya que los mayores aumentos de los niveles de ruido (peores escenarios) se tardarán en desarrollarse completamente entre 1 a 3 años.

Reversibilidad (Re): Se estima que este impacto es **Reversible** (0,2), ya que el efecto de este impacto se revierte en forma natural, una vez que las fuentes dejen de operar y cesen sus emisiones sonoras.

Tabla 4-109. Matriz de Calificación Impacto RU-1 Fase de Cierre.

Fase	Impacto	Código	Área	C	PO	I	E	Du	De	Re	CAI
Cierre	Aumento de los Niveles de Presión sonora	RU-1	Todas las áreas	-1	0,5	0,3	0,2	0,5	0,4	0,2	-0,16

Fuente: Elaboración Propia.

Según lo antes descrito, este impacto para la fase de Cierre presenta un valor de CAI igual a -0,16.

c.2) Impacto RU-2 “Aumento de Niveles de Presión Sonora (Ruido) en Receptores Sensibles Fauna”

Considerando los antecedentes previamente presentados y los resultados de la Modelación Acústica (Anexo 4.2.2), este impacto se califica de la siguiente forma:

- Fase de Construcción (todas las áreas):

Carácter (C): Este impacto es considerado de carácter **Negativo** (-1), para la fase de Construcción del Proyecto pues implica en general el aumento de los niveles de ruido existentes.

Probabilidad de Ocurrencia (PO): La probabilidad de ocurrencia de este impacto es **Muy Probable** (0,8), ya que el desarrollo de las actividades de construcción del Proyecto, específicamente los trabajos de tronaduras en el Área Puerto, Obras Lineales y Área Mina, implican la ocurrencia del aumento de los niveles de ruido de fondo representativos de los receptores sensibles de Fauna.

Intensidad (I): La intensidad resultante de este impacto durante la fase de construcción se considera **Mediana** (0,6), siendo el grado de perturbación ha sido categorizado como **Fuerte**. Si bien, de acuerdo a la Modelación Acústica (Anexo 4.2.2), en todos los escenarios asociados a fuentes fijas y móviles los puntos evaluados cumplen con la normativa de referencia EPA, en los escenarios de tronaduras existe incumplimiento⁵¹ en el punto F-13 del Área Mina, F-18 del Área Obras Lineales y en los puntos F-21, F-22 y F-23 del Área Puerto. No obstante lo anterior, los trabajos de tronaduras se desarrollarán entre el mes 8 y el mes 24 de la fase Construcción. Entre el mes 8 y el mes 10 se considera como mínimo una tronadura diaria y como máximo en casos muy puntuales se efectuarán 3 tronaduras al día (4 días al mes). A partir del mes 11 al mes 15, como máximo se efectuarán 2 tronaduras en un día cualquiera, lo cual será en casos muy puntuales (6 días en el mes). Finalmente del mes 16 al mes 24 se considera como máximo 2

⁵¹ Si bien no existen antecedentes de normativas nacionales o internacionales para evaluar el efecto de las tronaduras sobre la fauna de cualquier tipo, excepcionalmente se comparan los niveles de ruido proyectados en presencia de tronaduras con el nivel máximo de 85 dB establecido por la referencia EPA.

tronaduras al mes. Por lo tanto se considera como una actividad puntual y acotada, tanto en tiempo como espacio o área de afectación.

Sin perjuicio de lo anterior, tal como se indicó precedentemente en el caso de las tronaduras submarinas y en el borde costero, además de las tronaduras ejecutadas en el área Mina (Sector Llaretá) de manera previa se ejecutarán una serie de actividades de proyecto destinadas a proteger la fauna del entorno inmediato a las zonas de tronaduras, las cuales son detallados en el Anexo 1.11 y Anexo 1.12, del Capítulo 1 Descripción de Proyectos.

En cuanto a los puntos asociados a las áreas de relocalización de especies de fauna en todas las áreas proyectadas, los resultados de la modelación indican que se cumple con lo establecido en la Norma EPA.

En consecuencia, para la Fase de Construcción, en todos los puntos receptores activos de fauna se cumple con el criterio establecido en Normativa de referencia EPA.

Respecto al valor ambiental del recurso este se considera **Mediano**, debido a que los receptores sensibles en el Área Puerto principalmente corresponden a fauna de alta movilidad, a excepción del reptil *Microlophus quadrivittatus*, para el cual se proponen medidas de mitigación (perturbación controlada o rescate y relocalización). Así también, se hace presente que no se identificaron sitios de interés como loberas, pingüineras o sitios de nidificación o descanso de aves migratorias en las áreas costero marinas proyectadas para el emplazamiento de obras y realización de actividades del Proyecto. Por otra parte, si bien en el área Mina se registra una alta riqueza de especies, éstas corresponden en su mayoría a fauna de alta movilidad, capaces de desplazarse libremente ante una perturbación de tipo sonora, las que además se encuentran en un área que ya ha sido intervenida previamente por caminos y tránsito de vehículos (Sector Llaretá) y que no constituye sitios de nidificación, reproducción o alimentación. Lo anterior, sumado a que la intervención sonora en el área Mina no es permanente, determina un valor ambiental del recurso Mediano.

Tabla 4-110. Calificación Intensidad Impacto RU-2 Fase Construcción.

Grado de Perturbación	Valor Ambiental (VA)			
	Muy Alto (4)	Alto (3)	Mediano (2)	Bajo (1)
Muy Fuerte (4)	Muy Alta (4)	Muy Alta (4)	Alta (3)	Mediana (2)
Fuerte (3)	Muy Alta (4)	Alta (3)	Mediana (2)	Mediana (2)
Medio (2)	Alta (3)	Mediana (2)	Mediana (2)	Baja (1)
Suave (1)	Mediana (2)	Mediana (2)	Baja (1)	Baja (1)

Fuente: Elaboración Propia.

Extensión (E): La extensión de este impacto se estima como **Local** (0,5), si bien la propagación del ruido generado por el Proyecto alcanza una extensión mayor que el entorno inmediato de las fuentes generadoras, los niveles proyectados se circunscriben al entorno inmediato de la fauna minera, frentes de trabajo y zonas de tronaduras.

Duración (Du): Este impacto presenta una duración **Media** (0,5), por una parte, las fuentes móviles y fijas se mantendrán activas durante toda la fase de Construcción del Proyecto, que se considera de 4 años, no obstante, las fuentes de ruido generalmente no funcionan de forma simultánea, sino que de forma secuencial en el tiempo o en grupos de trabajo.

Por otro lado, las actividades de tronadura, se ejecutarán exclusivamente entre el mes 8 al 24 de la fase de construcción del Proyecto. Durante el mes 8 y el mes 10 se considera como mínimo una tronadura diaria y como máximo en casos muy puntuales (4 días al mes) se efectuarán 3 tronaduras al día. A partir del mes 11 al mes 15, como máximo se efectuarán 2 tronaduras en un día cualquiera, lo cual será en casos muy puntuales (6 días en el mes). Finalmente del mes 16 al mes 24 se considera como máximo 2 tronaduras al mes.

Desarrollo (De): El desarrollo de este impacto se clasifica como **Medio** (0,8), ya que la alteración de los niveles de ruido es percibida por la fauna de manera instantánea (receptor de mayor sensibilidad), sobretodo en el caso de las tronaduras.

Reversibilidad (Re): Finalmente, se estima que este impacto es **Reversible** (0,2), ya que el efecto de este impacto se revierte en forma natural, una vez que las fuentes dejen de operar y cesen sus emisiones sonoras.

Tabla 4-111. Matriz de Calificación Impacto RU-2 Fase de Construcción.

Fase	Impacto	Código	C	PO	I	E	Du	De	Re	CAI
Construcción	Aumento del Nivel de Ruido	RU-2	-1	0,8	0,6	0,5	0,5	0,8	0,2	-0,42

Fuente: Elaboración Propia.

Según lo antes descrito, este impacto presenta un valor de CAI igual a -0,42.

- Fase de Operación (todas las áreas):

Carácter (C): Este impacto es considerado de carácter **Negativo** (-1) pues implica el aumento de los niveles de ruido existentes durante la fase de Operación del Proyecto.

Probabilidad de Ocurrencia (PO): La probabilidad de ocurrencia de este impacto es **Poco Probable** (0,3), ya que el desarrollo de las actividades de operación del Proyecto implica solo en algunos casos la ocurrencia del aumento de los niveles de ruido de fondo en los puntos representativos y característicos de Fauna.

Intensidad (I): La intensidad resultante para este impacto durante la fase de operación es **Baja** (0,2). Siendo el grado de perturbación categorizado como **Suave**, ya que de acuerdo a la Modelación Acústica (Anexo 4.2.2), en todos los escenarios y puntos evaluados (receptores activos de fauna) se cumple con la normativa vigente y de referencia utilizada para fuentes fijas, móviles y tronadura. Cabe señalar que tronaduras solo se considerarán en el Área Mina, específicamente en el rajo.

Respecto al valor ambiental del recurso, este se considera **Mediano**, ya que durante la fase de Operación, independiente de las características o valor de la fauna silvestre existente, no se prevén efectos (incumplimiento normativa referencia EPA) producto de las emisiones de ruido del Proyecto.

Tabla 4-112. Calificación Intensidad Impacto RU-2 Fase Operación.

Grado de Perturbación	Valor Ambiental			
	Muy Alto (4)	Alto (3)	Mediano (2)	Bajo (1)
Muy Fuerte (4)	Muy Alta (4)	Muy Alta (4)	Alta (3)	Mediana (2)
Fuerte (3)	Muy Alta (4)	Alta (3)	Mediana (2)	Mediana (2)
Medio (2)	Alta (3)	Mediana (2)	Mediana (2)	Baja (1)
Suave (1)	Mediana (2)	Mediana (2)	Baja (1)	Baja (1)

Fuente: Elaboración Propia.

Extensión (E): La extensión de este potencial impacto se estima como **Puntual** (0,3), si bien la propagación del ruido generado por el Proyecto alcanza una extensión mayor que el entorno inmediato de las fuentes generadoras, los niveles proyectados se circunscriben al entorno inmediato de la faena minera.

Duración (Du): Este impacto presenta una duración **Permanente** (0,8), ya que se mantendrán los efectos durante toda la fase de Operación del Proyecto, que se considera de 25 años.

Desarrollo (De): El desarrollo de este impacto se clasifica como **Rápida** (0,8), ya que la alteración de los niveles de ruido es percibida por la fauna de manera instantánea (receptor de mayor sensibilidad).

Reversibilidad (Re): Finalmente, se estima que este impacto es **Reversible** (0,2) ya que el efecto de este impacto se revierte en forma natural, una vez que las fuentes dejen de operar y cesen sus emisiones sonoras.

Tabla 4-113. Matriz de Calificación Impacto RU-2 Fase de Operación.

Fase	Impacto	Código	C	PO	I	E	Du	De	Re	CAI
Operación	Aumento del Nivel de Ruido	RU-2	-1	0,3	0,2	0,3	0,8	0,8	0,2	-0,14

Fuente: Elaboración Propia.

Según lo antes descrito, este impacto presenta un valor de CAI igual a -0,14.

- Fase Cierre (todas las áreas)

Carácter (C): Este impacto es considerado de carácter **Negativo** (-1) pues implica el aumento de los niveles de ruido existentes durante la fase de Cierre del Proyecto.

Probabilidad de Ocurrencia (PO): La probabilidad de ocurrencia de este impacto es **Poco Probable** (0,3), ya que el desarrollo de las actividades de cierre del Proyecto implica solo en algunos casos la ocurrencia del aumento de los niveles de ruido de fondo en los puntos representativos y característicos de Fauna.

Intensidad (I): La intensidad resultante para este impacto durante la fase de operación es **Baja** (0,2). Siendo el grado de perturbación categorizado como **Suave**, ya que de acuerdo a la Modelación Acústica (Anexo 4.2.2), en todos los escenarios y puntos evaluados (receptores activos de fauna) se cumple con la normativa vigente y de referencia utilizada para fuentes fijas.

Respecto al valor ambiental del recurso, este se considera **Mediano**, ya que durante la fase de Cierre, independiente de las características o valor de la fauna silvestre existente, no se prevén efectos (incumplimiento normativa referencia EPA) producto de las emisiones de ruido del Proyecto.

Tabla 4-114. Calificación Intensidad Impacto RU-2 Fase Cierre.

Grado de Perturbación	Valor Ambiental			
	Muy Alto (4)	Alto (3)	Mediano (2)	Bajo (1)
Muy Fuerte (4)	Muy Alta (4)	Muy Alta (4)	Alta (3)	Mediana (2)
Fuerte (3)	Muy Alta (4)	Alta (3)	Mediana (2)	Mediana (2)
Medio (2)	Alta (3)	Mediana (2)	Mediana (2)	Baja (1)
Suave (1)	Mediana (2)	Mediana (2)	Baja (1)	Baja (1)

Fuente: Elaboración Propia.

Extensión (E): La extensión de este potencial impacto se estima como **Puntual** (0,2), si bien la propagación del ruido generado por el Proyecto alcanza una extensión mayor que el entorno inmediato de las fuentes generadoras, los niveles proyectados se circunscriben al entorno inmediato de la faena minera.

Duración (Du): Este impacto presenta una duración **Larga** (0,5), ya que se mantendrán los efectos durante toda la fase de Cierre del Proyecto, que se considera de 4 años, no obstante, las fuentes de ruido generalmente no funcionan de forma simultánea, sino que de forma secuencial en el tiempo o en grupos de trabajo.

Desarrollo (De): El desarrollo de este impacto se clasifica como **Rápida** (0,8), ya que la alteración de los niveles de ruido es percibida por la fauna de manera instantánea (receptor de mayor sensibilidad).

Reversibilidad (Re): Finalmente, se estima que este impacto es **Reversible** (0,2) ya que el efecto de este impacto se revierte en forma natural, una vez que las fuentes dejen de operar y cesen sus emisiones sonoras.

Tabla 4-115. Matriz de Calificación Impacto RU-2 Fase de Cierre.

Fase	Impacto	Código	C	PO	I	E	Du	De	Re	CAI
Operación	Aumento del Nivel de Ruido	RU-2	-1	0,3	0,2	0,2	0,5	0,8	0,2	-0,11

Fuente: Elaboración Propia.

Según lo antes descrito, este impacto presenta un valor de CAI igual a -0,11.

d) Jerarquización del Impacto

d.1) Impacto RU-1 “Aumento de Niveles de Presión Sonora (Ruido) en Receptores Sensibles Humanos y Social”

Según los valores obtenidos en la Calificación Ambiental del Impacto RU-1 “Aumento de los Niveles de Presión Sonora (Ruido) en Receptores Sensibles Humanos y Social”, para las fases de Construcción, Operación y Cierre este impacto se jerarquiza como **Negativo Bajo**.

d.2) Impacto RU-2 “Aumento de Niveles de Presión Sonora (Ruido) en Receptores Sensibles Fauna”

Según los valores obtenidos en la Calificación Ambiental del Impacto RU-2 “Aumento de los Niveles de Presión Sonora (Ruido) en Receptores Sensibles Fauna”, para las fases de Construcción, Operación y Cierre este impacto se jerarquiza como **Negativo Bajo**.

4.3.3.2.3 Geología, Geomorfología y Riesgos Naturales

a) Síntesis Línea de Base y Valor Ambiental del Componente

La predicción y evaluación de impactos del componente ambiental Geología, Geomorfología y riesgos Geológicos se desarrolla en base a los resultados de la Línea de Base (Capítulo 3, acápite 3.2.4), la cual incluye una descripción de la geología y geomorfología del área de influencia, con la finalidad de identificar y evaluar los riesgos geológicos presentes. Todo lo anterior, en base a información recopilada en terreno, publicaciones oficiales del SERNAGEOMIN, fotointerpretación de ortofotos e imágenes satelitales y modelos de elevación digital ASTER GDEM. Además se revisaron y recopilaron mapas de peligros volcánicos e información sobre riesgo sísmico y de tsunamis. Para la identificación del riesgo de remoción en masa en el área de influencia, se aplicó la metodología de Mora-Vaharon (1992), la cual considera que la susceptibilidad de remociones en masa (H) es el producto de los elementos pasivos y activos del terreno.

- Área Mina

En su porción oriental, el área Mina se localiza predominantemente sobre unidades volcánicas, volcano-sedimentarias y pórfidos, junto con flujos de lavas riolíticas-dacíticas. Hacia el noroeste de la mina y hacia el suroeste aparecen rocas sedimentarias que corresponden principalmente a calizas marinas de poca profundidad, areniscas calcáreas, areniscas, lutitas, calcilutitas y conglomerados que reflejan la evolución de una cuenca de trasarco extensional del Jurásico en el norte de Chile. Hacia el este de Falla Chojá, esta secuencia de lutitas y areniscas se encuentra alterada y altamente subordinada a unidades volcánicas y sedimentarias continentales. Hacia el O y SE del Área Mina se encuentran las andesitas porfídicas, lavas dacíticas y brechas volcanoclásticas de la Fm. Cerro Empexa, que reflejan una activación del volcanismo hacia el Cretácico Superior. Además de las rocas estratificadas, se observaron complejos intrusivos, pórfidos riolíticos y granitoides. La migración hacia el Este del frente volcánico hasta su posición actual en la Cordillera Principal ha provocado una serie de depósitos de origen continental tales como gravas, arenas y limos correspondientes a la Formación Papajoy que se sitúan en cuencas a los largo de la Falla Oeste.

En cuanto a las estructuras geológicas, estas tienen estrecha relación con el trazado del Sistema de Falla Domeyko, de rumbo general norte-sur. Siendo las estructuras principales, la Falla Oeste y la Falla Macata, ambas ubicadas en el margen occidental del Distrito Quebrada Blanca. Respecto a la Falla Oeste, corresponde a estructura principal por el cual se emplazan los cuerpos mineralizados, brechas hidrotermales y brechas tectónicas.

Las obras se emplazan mayormente en un relieve peneplanizado que ha sido modificado por la acción erosiva de los cursos de agua que fluyen principalmente por quebrada Blanca, quebrada Llaleta y quebrada Jovita.

En relación a los riesgos geológicos que pueden afectar a las obras del Proyecto, éstos son: caídas de rocas y deslizamientos en laderas inestables gatillados por sismos, y flujos de detritos o barro gatillados por eventos meteorológicos en las quebradas. Sin embargo, se debe considerar que son áreas de poca extensión areal, de laderas confinadas, cuya capa de suelo o detritos susceptibles a movilizar es de poco espesor, todo lo cual reduce directamente la velocidad, energía y volumen, y por lo tanto el alcance de los potenciales flujos, lo cual fue evaluado por la Autoridad en las respuestas incluidas en las Adendas del proyecto “Estudio de Impacto Ambiental Actualización Proyecto Minero Quebrada Blanca” (QB1). Más aun considerando las actuales medidas de control de emergencias y manejo de aguas de escorrentía en Área Mina, que reducen considerablemente la vulnerabilidad física y ambiental. El riesgo por volcanismo es latente en el sector debido a la actividad de los volcanes Irruputuncu, Paruma y Olca, principalmente de este último debido a la cercanía que tiene del Área Mina del Proyecto.

- Área Obras Lineales

El área atraviesa diversos dominios geológicos, los cuales de Este a Oeste son: Secuencia volcano-sedimentaria, que está compuesto por una serie de depósitos volcánicos, como lavas y tobas y depósitos sedimentarios, como areniscas, conglomerados y por formaciones que presentan ambos tipos de depósitos. Posteriormente hacia el Oeste la geología se compone de secuencias sedimentarias marinas y continentales, plegadas y falladas por una serie de eventos deformativos en el período Jurásico Superior-Cretácico Inferior, seguido por depósitos aluviales y fluviales miocénicos, formando un amplio sistema de pedimentos y glacis. Sobre esta unidad se desarrollan cuencas cerradas salinas engranadas con los depósitos aluviales. En la cordillera de la Costa, las Obras Lineales atraviesan unidades intrusivas del Triásico y Jurásico, con relleno de gravas del Oligoceno-Plioceno.

Las unidades geomorfológicas por las que atraviesa el Proyecto son: Ladera de roca expuesta o cubierta por coluvio, Cordones longitudinales de la Precordillera, Abanico/cono aluvial, Lecho de inundación o lecho mayor, Pedimento antiguo, Pediplanicie secundaria, Dunas, Cerro testigo, Glacis de sedimentación de la Pampa del Tamarugal, Manto deyeccional antiguo (sheet flood), Sierras y cordones montañosos de la Cordillera de la Costa y valles y cuencas intermontanas de la Cordillera de la Costa.

En cuanto a los riesgos geológicos, en la parte alta de las quebradas, en la zona de Precordillera, el riesgo más alto corresponde al de flujo de detritos debido a eventos meteorológicos extremos y deslizamientos debido a eventos erosivos (lluvias extremas) o sísmicos. Hacia el sector de pampa y cordillera de la Costa en general las obras no se emplazan en zonas de altos niveles de riesgos geológicos, siendo la movilización de dunas como el más latente. En cuanto al riesgo sísmico, éste aumenta a medida con la cercanía de la fuente de sismos de mayor magnitud como es la zona de interfase de subducción.

- Área Pampa

En el Área Pampa, se identifican depósitos aluviales del Mioceno Superior-Plioceno (Mpg3), compuesto por sucesiones de gravas matriz-soportadas mal seleccionadas, arenas gruesas guijarrosas rosadas y limos gruesos, con intercalaciones de ignimbritas miocénicas. Los cerros de Choja corresponden a cuerpos intrusivos del Paleoceno-Eoceno compuestos por granodioritas de anfíbol melanocráticas a dioritas gris oscuras. Las rocas se encuentran poco meteorizadas, afectando sólo su superficie en forma de "pátina". De manera muy local se observan rocas con alteración hidrotermal con piroxenos alterados a clorita.

Hacia el Este del Área Pampa, aparecen secuencias sedimentarias de los Depósitos aluviales del Mioceno Superior-Plioceno. Estos depósitos son correlacionables con el Miembro 5 de la Formación Altos de Pica. Estos depósitos se caracterizan por presentar facies de gravas y arenas guijarrosas y facies de arenas bien seleccionadas laminadas de origen eólico.

Las unidades geomorfológicas son: Cerro testigo (Cerros de Choja), pedimento antiguo, y lecho de inundación o lecho mayor (Quebrada de Maní).

En cuanto a los riesgos geológicos que potencialmente podrían afectar las obras del Proyecto, en general no se emplaza en zonas con niveles altos. El riesgo de flujo de detritos en la Quebrada Maní es el más recurrente, el que se produce por eventos meteorológicos extremos, afectando principalmente los caminos de acceso.

- Área Puerto

El Área Puerto se emplaza sobre rocas del basamento rocoso jurásico conformado por dioritas del intrusivo Diorita Patache, las cuales están cubiertas por depósitos de guano, litorales y eólicos pleistocénicos y holocénicos. En toda la planicie costera se observan afloramientos de lavas andesítico-basálticas asignados a la Formación Oficina Viz. En el sector del borde costero predominan los depósitos de areniscas calcáreas, conglomerados y coquinas de bioclastos de tamaño medio a grueso.

Las unidades geomorfológicas son: terrazas de abrasión marina, manto eólico costero, planicie costera, acantilado costero y abanico/conos aluviales.

El riesgo geológico principal en el Área Puerto es el sísmico, cuyo efecto principal es la generación de tsunamis. A partir de los registros históricos, han ocurrido dos eventos destructivos, los terremotos y tsunamis de 1868 y 1877, de los cuales el último fue el de mayor magnitud debido a que el área de ruptura se encuentra frente a Iquique. En base a la carta de inundación de la ciudad de Iquique, se estima a modo de referencia una cota de inundación de tsunami de 40 metros asociado a un sismo de similares características al de 1877. En cuanto al riesgo de flujos de detritos, estos se asocian a la presencia de abanicos o conos de deyección en la base del acantilado. La mayor presencia de estos abanicos aluviales se concentra en la parte norte, donde

el Concentraducto se acerca a la Ruta A-750, no obstante estos conos son de poca envergadura y en sus ápices no se observan evidencias de activación ante lluvias.

Para mayor información revisar el Capítulo 3, acápite 3.2.4 “Línea de Base Geología, Geomorfología y Riesgos Geológicos”.

b) Identificación del Impacto

A partir de los resultados obtenidos en la Línea de Base (Capítulo 3, acápite 3.2.4) y la tipología de las obras del Proyecto que forman parte de la presente evaluación, se puede afirmar que no se definen efectos adversos ligados con la generación de cambios o alteraciones en la geología y geomorfología local del área de influencia, como tampoco la intervención de unidades geomorfológicas singulares o de interés científico.

A continuación, para las principales obras en evaluación se presentan los antecedentes que permiten justificar lo anteriormente señalado:

- Área Mina

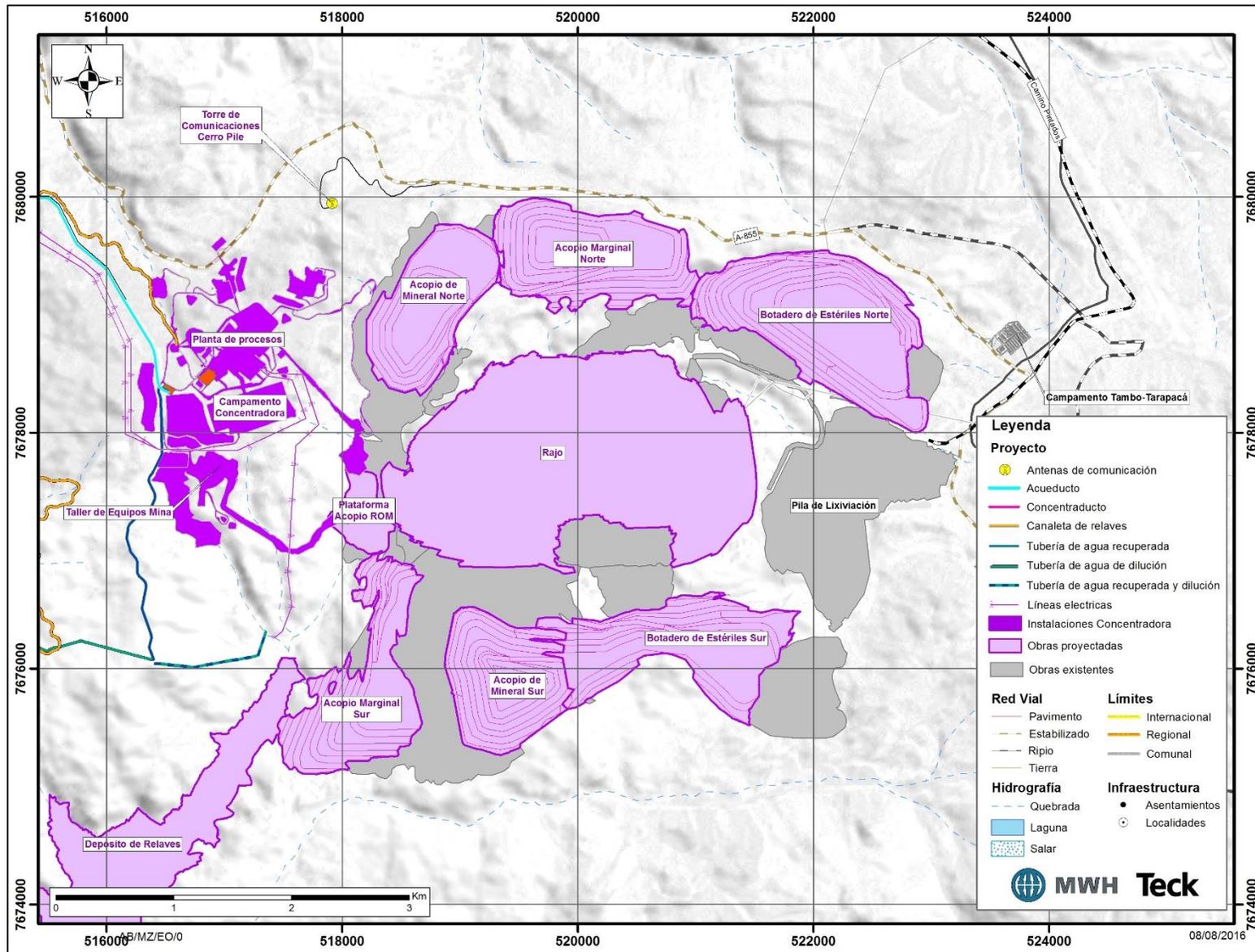
De acuerdo a los antecedentes de Línea de Base, en la zona donde se proyecta desarrollar la explotación del rajo (ver Figura 4-33), las características geomorfológicas no constituyen elementos singulares dentro de la unidad geomorfológica de la Precordillera, y además se encuentra altamente intervenida por la operación actual del yacimiento.

Por su parte, el Botadero de Estériles Norte, se proyecta localizar al noreste del rajo, en las nacientes de dos quebradas (quebrada Agua del Mote Norte y quebrada Agua del Mote), con pendientes que son en general suaves, cuyos desniveles máximos no superan los 70 m desde el fondo de éstas y la loma mediana que las separa. Se proyecta que esta obra avance en el sentido sureste bordeando el Botadero Norte de Ripios de Lixiviación ya existente.

El Acopio de Mineral Norte, se encuentra localizado al noroeste del rajo sobre el ya existente Botadero Norte de Lixiviación de Sulfuros, donde se proyecta que se una con el Botadero de Estériles Norte.

El Acopio Marginal Norte, se localiza al norte del rajo por sobre el Acopio Hipógeno existente, sobre quebrada afluente de la quebrada Agua del Mote.

Figura 4-33. Principales partes y obras físicas Área Mina.



Por otra parte, el Botadero de Estériles Sur se localiza al sureste del rajo sobre una ladera de suave inclinación y orientación NNO que presenta morfología de relieve peneplanizado, su avance se proyecta bordeando el Botadero Sur de Ripios de Lixiviación ya existente, hasta terminar uniéndose con el Acopio de Mineral Sur.

El Acopio de Mineral Sur, comienza a ser conformado sobre el ya existente Botadero de Estériles Sur, ubicado al suroeste del rajo. Está conformado por varios cerros de escasa altura, cuyas laderas alcanzan pendientes de hasta 20 grados.

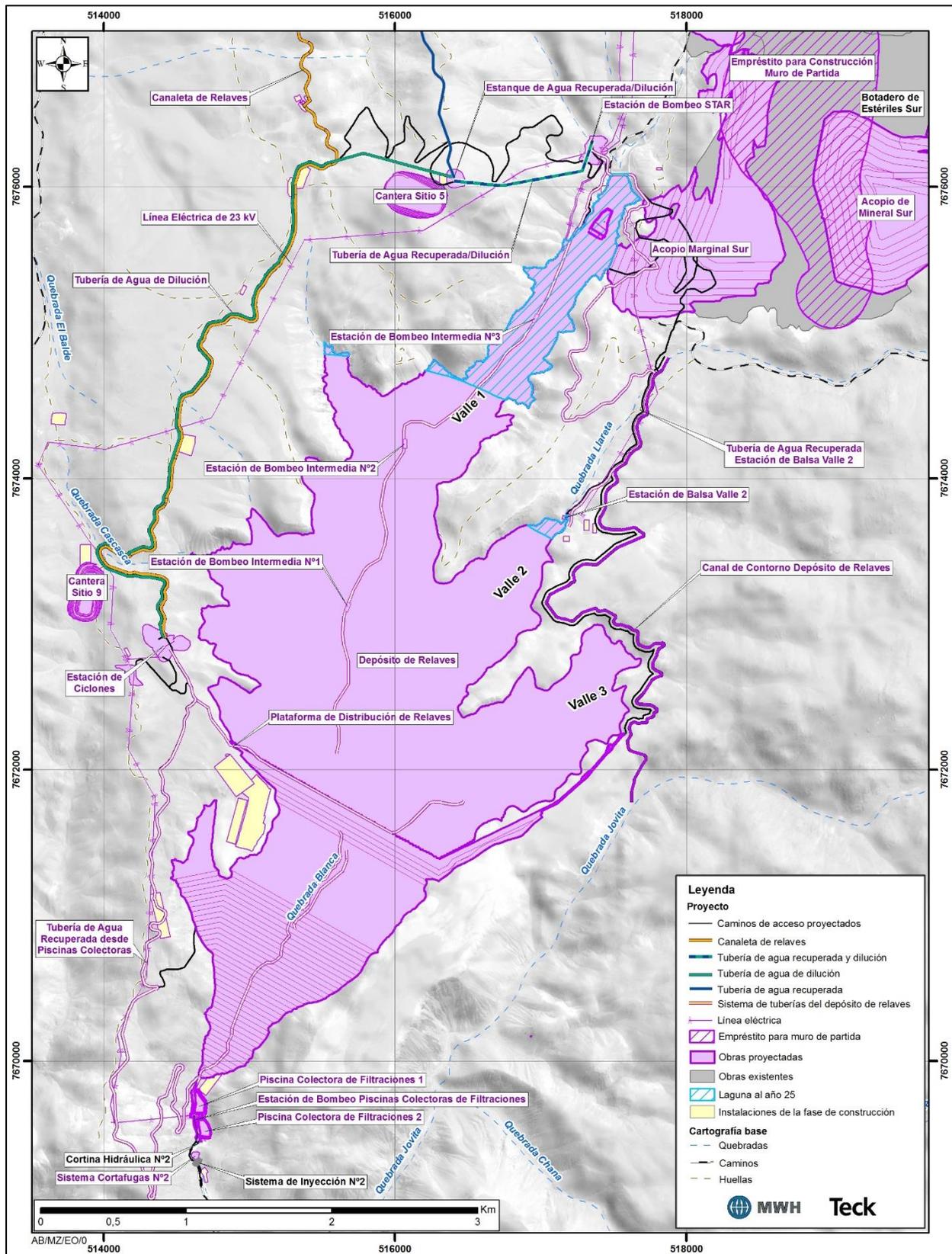
Y el Acopio Marginal Sur, igualmente se proyecta sobre el ya existente Botadero de Estériles Sur, al suroeste del rajo.

De modo tal, que la operación de los botaderos y las bases de los acopios se desarrollarán en los valles circundantes al rajo, o como continuación de los botaderos ya existentes en la operación actual.

Por su parte, en la zona donde se proyecta la Planta Concentradora, el Chancador Primario y la Correa Transportadora, las características geomorfológicas que prevalecen corresponden a un relieve peneplanizado y una morfología de lomajes suaves, donde la construcción de estas obras no alterará significativamente estas condiciones. Además, cabe señalar que estas unidades no constituyen elementos singulares dentro de la unidad geomorfológica de la Precordillera.

Por último, el Depósito de Relaves y sus principales componentes (ver Figura 4-34 configuración final de la cubeta), proyectado a 7 km de la Planta Concentradora en la quebrada Blanca, aguas abajo de las instalaciones existentes, se caracteriza por la existencia de afloramientos de rocas metamórficas, sedimentarias, volcánicas e intrusivas. Algunas de estas rocas presentan distintos grados de alteración hidrotermal, y se encuentran mayoritariamente bajo sedimentos estratificados y parcialmente consolidados. Los depósitos aluviales del Holoceno y terrazas aluviales recientes, así como conos aluviales depositados por quebradas secundarias cubren el piso relativamente plano de las quebradas principales. Detritos coluviales y suelos residuales han sido detectados a lo largo de las pendientes y en la base de las quebradas.

Figura 4-34. Configuración Final Depósito de Relaves.



Hacia la confluencia con quebrada Jovita, la geología se compone de alternancias de lutitas marinas de la Formación Quehuita, las cuales en este sector se encuentran alteradas y altamente subordinadas a unidades volcánicas y sedimentarias continentales. Cabe destacar que en este miembro de la Formación Quehuita, no se observaron restos fósiles. En la ladera oeste de quebrada Blanca predominan rocas de la Formación Cerro Empexa, compuestas de andesitas de anfíbola y piroxeno, mientras que en la ladera Este predominan areniscas y limonitas del Miembro Superior de la Formación Papajoy, las cuales sobreyacen a las lutitas de Formación Quehuita y se encuentran cubiertas por gravas y areniscas guijarrosas coluviales.

La Formación Papajoy, la cual cubre una parte importante del sector donde se emplazará el Depósito de Relaves, está definida como una secuencia de conglomerados, areniscas y lutitas de origen continental que afloran típicamente en la quebrada. Esta unidad se encuentra en la zona central, en ambas laderas de la quebrada Blanca, mayoritariamente cubierta por suelos de espesores variables. Es relativamente más erosionable que las rocas del basamento subyacentes, y mantea las paredes del valle y una parte del fondo del valle, lo que resulta en laderas empinadas y relieves de tipo torre.

Por otra parte, las condiciones climáticas, morfológicas y geológicas del Área Mina, clima desértico de altura con alta aridez y bajas temperaturas; relieve general peneplanizado con incisiones de quebradas durante el Cuaternario poco desarrolladas durante un alto climático más favorable, una cubierta coluvial y regolítica de espesor modesto, no favorecen el desarrollo de remociones en masa importantes.

En efecto, de acuerdo a la metodología empleada se observa que la mayor parte del Área Mina (más del 50%), presenta riesgo de remoción en masa categorizado como Muy Bajo o Bajo, asociado principalmente a los relieves de peneplanicies.

En los sectores de las confluencias de la quebrada Blanca con la quebrada Llareta y Jovita, se han identificado sectores con riesgo Alto y Muy Alto, asociado a derrumbes en los acantilados, debido a las fuertes pendientes y el material coluvial depositado en las laderas. Cabe destacar, que si bien se identifican niveles de riesgo Altos y Muy Altos, no existe en el sector población que potencialmente pueda ser afectada, y el material dispuesto en este sector no presenta el suficiente volumen como para ser transportado como flujos a grandes extensiones aguas abajo.

Tal como se indicó en la Línea de Base, el proceso erosivo más significativo en el Área Mina, es el asociado a las escorrentías ocasionales en quebradas, cuando ocurren precipitaciones a la vez cortas e intensas, características del Invierno Altiplánico. Debido principalmente a la sequedad general, esas aguas tienen dificultades en infiltrarse y escurren preferentemente en superficie a través de las quebradas. Este fenómeno se identifica en los lechos de las quebradas presentes en el Área Mina, las cuales son categorizadas en su mayoría en las categorías de riesgos Moderados a Altos.

Uno de los rasgos estructurales más relevantes son los sistemas de fallas. Las fallas que fueron registradas tanto en superficie, abarcan amplias zonas (zonas de falla) y están relacionadas, al

menos espacialmente, con zonas de intensa alteración hidrotermal. La Falla Oeste se sitúa entre 4 a 5 km al Oeste del depósito Quebrada Blanca y corresponde a una falla regional importante, que ha sido identificada por el Norte desde, por lo menos, el Cerro Colorado (noreste de Iquique) hasta El Salvador en el Sur.

Cabe señalar, que la Falla Oeste ha sido datada en el Mesozoico; parece haber estado inactiva en la zona del Proyecto por 4,3 millones de años, lo que ha sido confirmado por los afloramientos de ignimbrita inalterada cerca de Quebrada Blanca.

En consecuencia, los riesgos geológicos son de origen natural gatillados principalmente por condiciones climáticas extremas, o condiciones geológicas presentes, lo que no significa que las obras que forman parte del Proyecto generen impactos significativos en este sector. Estas situaciones de peligro y las acciones de prevención y mitigación se tratan de manera extensa en el Capítulo 8 del EIA "Plan de Prevención de Contingencias y Emergencias".

- Área Obras Lineales

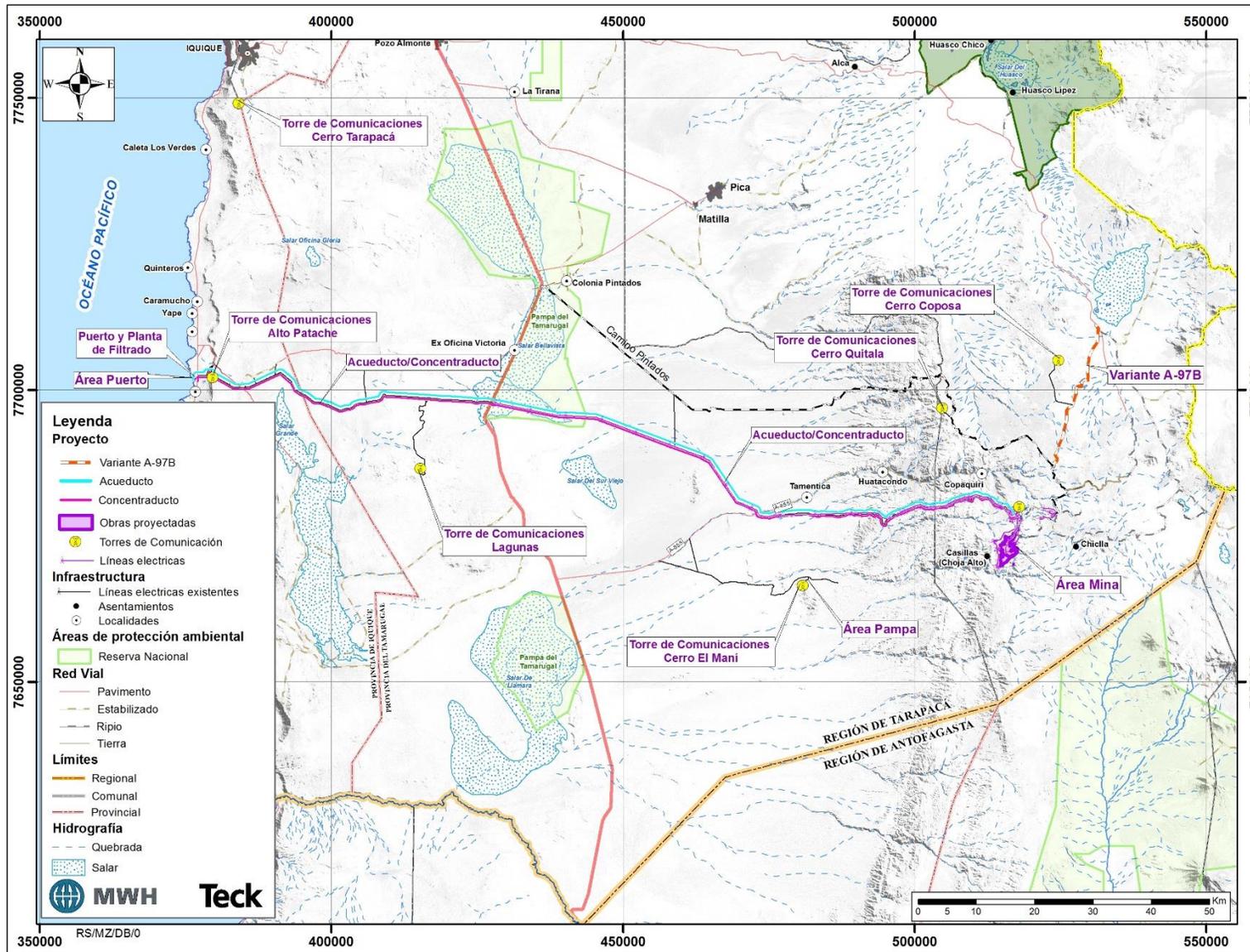
Las obras lineales comprenden un grupo de obras (Figura 4-35), que si bien no comparten una ubicación geográfica particular, poseen la característica común de ser obras de tipo lineal, lo que conlleva a evaluar de manera conjunta los potenciales impactos asociados a las mismas.

Entre las obras potencialmente generadoras de alteraciones sobre la componente Geología, Geomorfología y Riesgos, es posible identificar el Sistema de transporte de concentrado (STC), el Sistema transporte de agua desalinizada (STAD) y el camino de acceso Variante A-97B.

El STC y el STAD, y sus obras complementarias, comparten la plataforma de trabajo a lo largo de toda su ruta (164 y 160 km respectivamente), excepto en aquellas zonas en donde la restricción de pendiente del concentrado no lo permite.

Tal como se indicó, las obras lineales y sus instalaciones complementarias atraviesan diversos dominios geológicos de Este a Oeste: Secuencia volcano-sedimentaria, que está compuesto por una serie de depósitos volcánicos, como lavas y tobas y depósitos sedimentarios, como areniscas, conglomerados y por formaciones que presentan ambos tipos de depósitos. Posteriormente hacia el Oeste la geología se compone de secuencias sedimentarias marinas y continentales, plegadas y falladas por una serie de eventos deformativos en el período Jurásico Superior-Cretácico Inferior, seguido por depósitos aluviales y fluviales miocénicos, formando un amplio sistema de pedimentos y glacis. Sobre esta unidad se desarrollan cuencas cerradas salinas engranadas con los depósitos aluviales. En la cordillera de la Costa, las Obras Lineales atraviesan unidades intrusivas del Triásico y Jurásico, con relleno de gravas del Oligoceno-Plioceno.

Figura 4-35. Obras proyectadas Área Obras Lineales.



Desde el punto de vista geomorfológico destaca el cruce por la unidad Glacis de sedimentación de la Pampa del Tamarugal, correspondiente a una meseta donde se ubican la mayoría de los salares y depósitos de salitre. En este sector las altitudes varían de 900 a 1.300 msnm, y las pendientes de 0 a 5°. El proceso geomorfológico predominante en este sector corresponde a la acción del viento, como agente de erosión y depositación de arenas en forma de mantos y dunas barkjanoides. Como procesos morfogenéticos menos activos y/o de menor energía, cuenta la formación de depósitos evaporíticos en forma de costras y la depositación de flujos aluviales distales que provienen de la precordillera en forma de mantos de deyección arcillosos (sheet flood). Luego el trazado asciende por la vertiente oriental de la Cordillera de la Costa, hasta alcanzar su borde occidental, para luego descender a las planicies litorales.

El principal depósito salino corresponde al Salar de Bellavista compuesto por facies de depósitos de sales cloruradas y sulfatadas, y una facie de transición hacia sedimentos aluviales.

Si bien durante la construcción se consideran alteraciones en la topografía como resultado de los movimientos de tierra producto de las excavaciones, cortes de suelo, rellenos o nivelaciones necesarios para ejecutar la construcción de cada una de las obras, los efectos aunque longitudinalmente amplios, se manifestarán en el entorno inmediato a las excavaciones, no alterando significativamente las características que prevalecen en el área donde se emplazarán las obras. Sumado a lo anterior, las características de las unidades geomorfológicas que atraviesan las obras lineales a través de todo su recorrido, no constituyen elementos singulares, desde el punto de vista de la geología y topografía del relieve característico del área afectada.

Por su parte, los riesgos de remociones en masa en el área de estas obras es el de flujos de detritos a lo largo de los cauces de quebradas principales, normalmente secos, los que se originarían por precipitaciones en el sector de la Precordillera, siendo mayormente intensos en las quebradas Maní, Pintados y Guatacondo. En general estos eventos ocurren entre los meses de noviembre y febrero, reflejando eventos breves e intensos, asociados al Invierno Altiplánico. Estos flujos se detienen y se depositan en el sector denominado Pampa del Tamarugal, por lo cual las obras, instalaciones anexas y caminos proyectados en este sector podrían potencialmente verse afectados, no obstante la mayor parte de las obras lineales se categorizan con riesgo Bajo, debido a las pendientes suaves y materiales con baja susceptibilidad al deslizamiento.

Adicionalmente se identifica como riesgo, la migración de dunas, fenómeno observado en el sector este del cerro Challacollo, donde la morfología de dunas predomina en la geomorfología del sector. No obstante, corresponde a un fenómeno dinámico y natural y sus efectos resultan de su tendencia a migrar con los vientos predominantes. La migración puede afectar invadiendo terrenos y/o obstruyendo u ocultando caminos.

En cuanto al camino de acceso Variante A-97B, la geología se compone de tobas de la Ignimbrita Huasco sobre depósitos de piedemonte. Hacia el sector de la cumbre del cerro Coposa, la geología se compone de unidades de granito y riolitas y dacitas de la Formación Collahuasi,

intruidas por cuerpos intrusivos riolíticos y monzonitas cuarcíferas las cuales se encuentran cubiertas parcialmente por depósitos de piedemonte.

Geomorfológicamente, se emplaza en la unidad Cordones prealtiplánicos septentrionales. Esta área se encuentra emplazada en la unidad de Depresión de los Salares, que corresponde a una serie de cuencas salinas aisladas entre sí, inscritas como depresiones intermontanas en los cordones andinos prealtiplánicos. Estas unidades geomorfológicas no constituyen elementos singulares y se encuentran ampliamente representadas.

Cabe señalar que el sector donde se proyecta la Variante A-97B, presenta un nivel de Riesgo Bajo, en relación a una erupción del volcán Irruputuncu, asociado a flujos piroclásticos de gran extensión y lahares que fluyan desde la base del volcán hasta Quebrada Chusquina, la que se encuentra aproximadamente a 13 km del sector.

- Área Pampa

Las obras proyectadas (Figura 4-36) se emplazan sobre Depósitos aluviales del Mioceno Superior-Plioceno (Mpg3) y cuerpos intrusivos del Paleoceno-Eoceno (monzogranito) y de forma acotada sobre facies volcánicas de la Formación Cerro Empexa.

Las unidades geomorfológicas son: Cerro testigo (Cerros de Choja), pedimento antiguo, y lecho de inundación o lecho mayor (Quebrada de Maní).

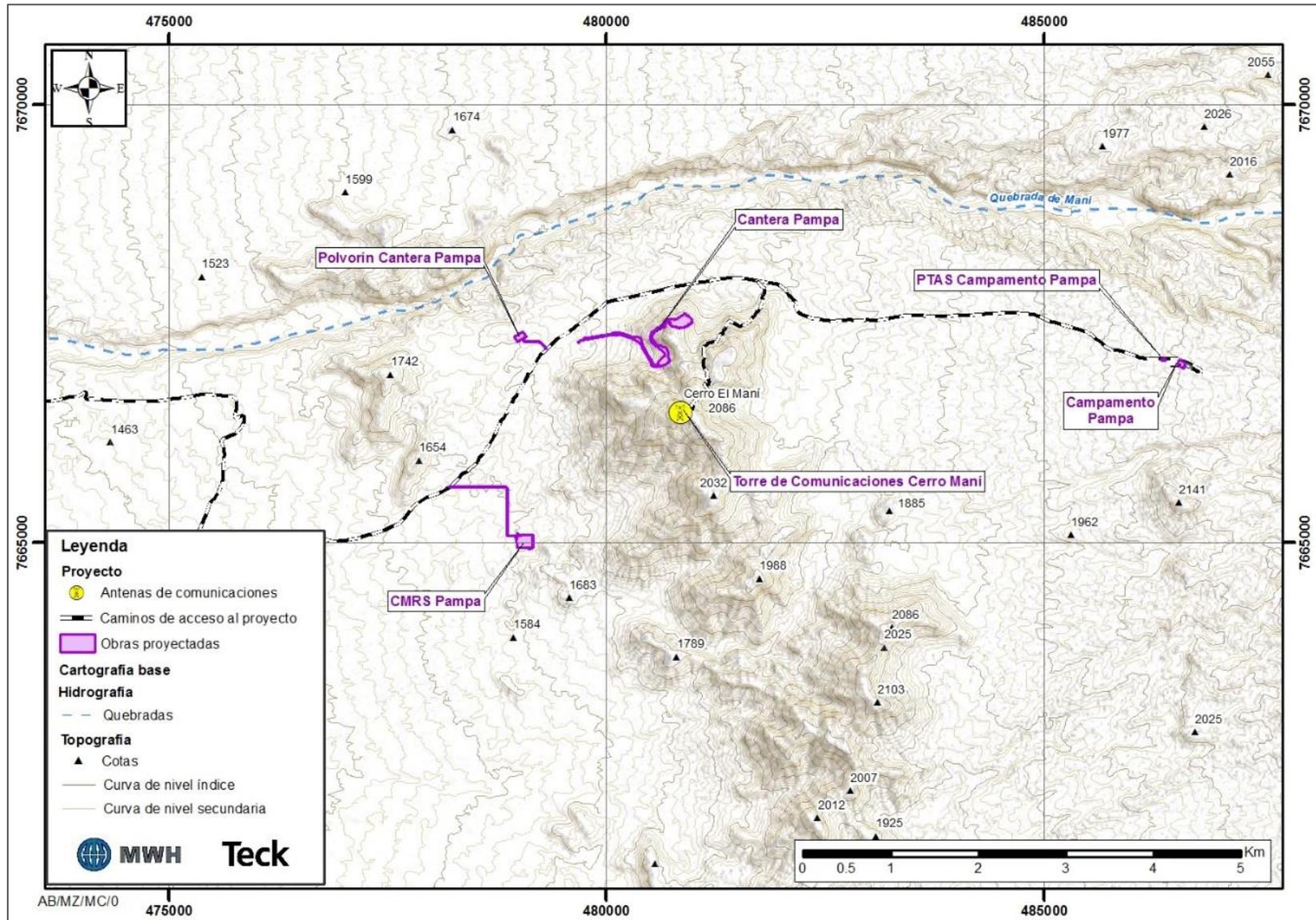
El Área Pampa por sus características geomorfológicas no se encuentra expuesta directamente a eventos de flujos de detritos por precipitaciones. Los extensos glacis y pedimentos que constituyen el rasgo geomorfológico predominante, se formaron en épocas climáticas más favorables para la formación de canales fluviales, los cuales actualmente son inactivos y sin capacidad de transporte. Es por lo anterior, que la mayor parte del Área Pampa se categoriza como con riesgo Muy Bajo de remoción en masa.

Sin embargo, ante eventos de crecidas aluvionales los cauces secos presentes en la quebrada Maní, podrían activarse lo cual queda reflejado con categorías de riesgos de remoción en masa de Moderado y Alto.

En consideración a la construcción de las obras asociadas al Área Pampa, sus efectos se manifestarán en una superficie puntual del área influencia, no implicando alteraciones significativas de las condiciones iniciales de las unidades identificadas en la Línea de Base, las cuales se caracterizan por presentar un amplio piedemonte de baja pendiente y de relieve peneplanizado, interrumpido solamente por algunos cordones aislados de cerros, características geomorfológicas que no constituyen un elemento singular dentro de la unidad geomorfológica de la Depresión Central.

Lo anterior permite señalar, que no se esperan efectos adversos ligados con la generación de cambios o alteraciones en la geomorfología local del Área Pampa.

Figura 4-36. Obras proyectadas Área Pampa.



- Área Puerto

Localmente, corresponde a un pediplano costero generado por la abrasión marina sobre el basamento rocoso. En general, esta plataforma se eleva unos 7 a 10 m sobre el nivel del mar en la línea de la costa, con pendientes de 4,5 %, pudiendo alcanzar hasta los 70 m en su parte más oriental al pie del Farellón Costero.

En el sector de emplazamiento de las obras terrestres del Área Puerto (ver Figura 4-37), es posible observar en la costa, la presencia de relieve rocoso que en algunos sectores es abrupto y en otros más suaves, dando origen a playas rocosas.

La geología del sector, consiste en un basamento rocoso Jurásico-Cretácico, conformado por rocas mayoritariamente intrusivas diorítico-gabroicas, sobre las que se ha depositado una delgada cubierta de sedimentos cuaternarios litorales a supralitorales, con espesores centimétricos a métricos, de arenas coquinoideas (conchuelas arenosas), de baja compacidad y recubiertas parcialmente por depósitos subaéreos más recientes.

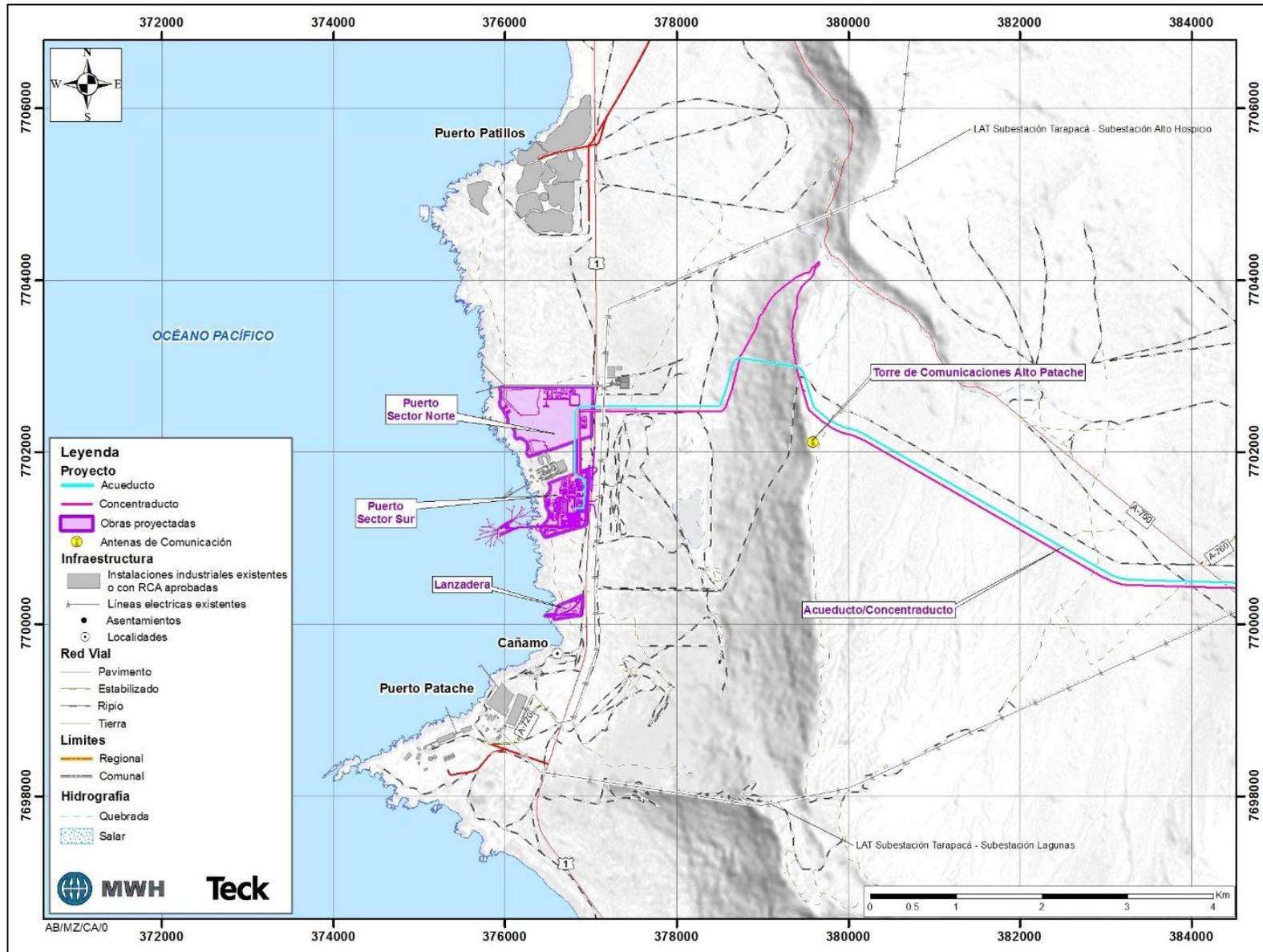
El riesgo de remociones en masa en el Área Puerto, específicamente de potenciales flujos detríticos, estaría asociado a precipitaciones intensas en la parte alta de farellón costero, no obstante, no se cuenta con registros de su ocurrencia.

Respecto al riesgo de tsunami, actualmente, las cartas de inundación que elabora el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada se realizan sólo en las localidades pobladas costeras mayormente afectadas por este tipo de eventos naturales extremos, por lo que en el área del Proyecto, los resultados de la modelación de la cota de inundación de la ciudad de Iquique proporciona sólo una referencia, ya que el alcance máximo de la inundación depende localmente de factores como la topografía del fondo oceánico frente a la costa, factores de rugosidad de la superficie emergida y orientación de costa.

De acuerdo a la Carta de Inundación de Iquique, en base a los parámetros sísmicos del evento de 1877, la altitud máxima de inundación es de 20 m en el centro de la ciudad, donde actúan factores de desaceleración del frente de ola producto del efecto que ejercen las construcciones. No obstante, en los sectores aledaños la inundación alcanza los 40 m, por lo tanto, de manera conservadora se considera esa cota como línea de inundación. Por tanto, todas las obras que se prolonguen por bajo esta cota podrían verse potencialmente afectadas.

En consideración a lo anteriormente señalado, las características geomorfológicas que prevalecen en el área Puerto corresponden a un relieve peneplanizado, que se caracteriza por una morfología de lomajes suaves, donde la construcción de obras no alterará significativamente dichas condiciones. Adicionalmente, es posible señalar que las características geomorfológicas del área Puerto, en este caso correspondiente a terrazas litorales, no constituyen elementos singulares dentro de la zona costera de la Región.

Figura 4-37. Obras proyectadas Área Puerto.



En virtud de los antecedentes presentados, es posible señalar que **no se presentarán efectos sobre la componente Geología y Geomorfología**, por cuanto las unidades reconocidas y que serán intervenidas por las obras, partes y acciones sometidas a evaluación, no constituyen unidades singulares al interior del área de influencia.

En referencia a los riesgos geológicos, y en forma especial en el Área Mina donde se proyectan las obras de mayor envergadura y donde existen zonas que han sido identificadas con riesgo Alto y Muy alto, se señala que dentro de las actividades propias del Proyecto se han desarrollado modelamientos, análisis de estabilidad, estudios de factibilidad y riesgo físico que han sido incorporados a los estudios de Línea de Base y que sirven de base para la localización de obras y actividades del Proyecto, sin las cuales no sería viable un desarrollo minero en un ambiente montañoso. Estas acciones, propias del Proyecto, evitan la generación de dinámicas geomorfológicas, por lo tanto los peligros naturales no generan impactos significativos que deban ser mitigados, ya que el accionar de medidas ante posibles riesgos, están contenidas dentro del plan de riesgo para las operaciones del Proyecto.

c) Calificación del Impacto

En base a los antecedentes presentados anteriormente, se concluye que no se presentan efectos a la variable asociados a las partes, obras y acciones del Proyecto en evaluación, no generando por ende alteraciones directas o indirectas que requieran una calificación de impacto para este componente ambiental.

d) Jerarquización del Impacto

Consecuente con la explicación anterior, no es necesario jerarquizar, dado que no se produce un impacto en esta componente ambiental.

4.3.3.2.4 Suelos

a) Síntesis Línea de Base y Valor Ambiental del Componente

La Línea de Base incluye una descripción del recurso natural suelo en el Área de Influencia (AI), en base a antecedentes respecto a su calidad ambiental, Capacidad de uso del suelo (CCU), mapeo de unidades homogéneas y descripción de sus propiedades físicas, químicas y físico-químicas.

El AI del recurso natural suelo presenta una superficie total de 45.157,29 ha, abarcando áreas que van desde la Cordillera de los Andes hasta el Océano Pacífico, en la región de Tarapacá, las cuales se han dividido de acuerdo a las áreas del Proyecto: Mina, Obras Lineales, Pampa y Puerto.

Desde el punto de vista edáfico, los suelos de la región de Tarapacá, se distribuyen dentro de la Zona Edáfica Suelos de la Zona Desértica, y en términos generales, se pueden agrupar de acuerdo a tres distintivas regiones ambientales en que se enmarcan; estas son: Suelos del Sector Altiplánico, Suelos de la Depresión Intermedia y Suelos del Sector Costero.

- Área Mina

La unidad homogénea de suelo que presenta una mayor superficie en el Área Mina es la Asociación Cerro, con 8.005,35 ha (76,03%). La Fase de suelo que más aporta corresponde a la unidad AC-1 la que representa el 35,14% del Área Mina, la Fase AC-3 y AC-4, presentan superficies relativamente similares, 1.924,01 y 1.522,37 ha, respectivamente. Por su parte, la Fase con menor representación de la unidad Asociación Cerro es la AC-2 con 859,42 ha equivalentes a 8,16% del Área Mina (ver Tabla 4-116).

El Misceláneo Quebrada presenta una superficie de 212,76 ha, lo que representa un 2,02% del Área Mina, siendo la Fase MQ-1 la que registra una mayor superficie con 174,07 ha. En tanto, la Fase MQ-3, presenta una superficie de 36,66 ha (0,35%), correspondiendo a suelos con características hidromórficas.

Por otra parte, en el Área Mina se identificaron 2 unidades del paisaje que no corresponden a la definición de suelo, como cuerpo natural. En este sentido, la unidad Área Industrial presenta una superficie de 1.668,26 ha, equivalente a un 15,84%. En esta unidad, se ejecutan actualmente todas las actividades propias de la actividad minera de CMTQB y el suelo se encuentra cubierto, ha sido removido o sus características originales se han alterado de manera significativa. Asimismo, la unidad Terrenos Rocosos, que corresponde a afloramientos rocosos, sin desarrollo de suelo, presenta una superficie de 439,65 ha, lo que corresponde a un 4,18% del Área Mina.

Tabla 4-116. Superficie y participación porcentual por Tipo y Fase de suelo, Área Mina.

Tipo de Suelo	Tipo de Suelo		Fase		
	Superficie (ha)	%	Fase	Superficie (ha)	%
Área Industrial	1.668,26	15,84	Área Industrial	1.668,26	15,84
Asociación Cerro	8.005,35	76,03	AC-1	3.699,55	35,14
			AC-2	859,42	8,16
			AC-3	1.924,01	18,27
			AC-4	1.522,37	14,46
Misceláneo Bofedal	1,22	0,01	MB	1,22	0,01
Misceláneo Coluvial	103,34	0,98	MC-1	54,86	0,52
			MC-2	42,65	0,41
			MC-3	5,83	0,06
Misceláneo Quebrada	212,76	2,02	MQ-1	174,07	1,65
			MQ-2	2,03	0,02
			MQ-3	36,66	0,35
Misceláneo Quebrada Blanca	88,68	0,84	MQB-1	63,92	0,61
			MQB-2	23,16	0,22
			MQB-3	1,60	0,02
Misceláneo Vega	6,26	0,06	MV-1	4,60	0,04
			MV-2	1,66	0,02
Terrazas Aluviales	3,09	0,03	TA	3,09	0,03
Terrenos Rocosos	439,65	4,18	TR	439,65	4,18
Total	10.528,60	100		10.528,60	100

Fuente: Elaboración Propia.

En cuanto a la capacidad de uso del suelo, en la Tabla 4-117, se muestran las superficies del Área Mina.

Tabla 4-117. Superficie por capacidad de uso de suelo, Área Mina.

Capacidad de Uso	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
N.C.	1.669,91	15,86
V	44,08	0,42
VII	33,22	0,32
VIII	8.781,39	83,41
Total	10.528,60	100

Fuente: Elaboración Propia.

Como se observa, la totalidad de las unidades de suelo identificadas en el Área Mina, presentan categorías definidas como no aptas para la producción agrícola (Clases de capacidad de uso mayores a IV) y con limitaciones importantes para el desarrollo de las plantas en general. Un 83,41% de la superficie está categorizada con la clase de capacidad de uso VIII, es decir, son suelos sin valor agrícola, ganadero o forestal, estando su uso limitado solamente a la vida

silvestre. Sigue en superficie la categoría VII con 33,22 ha, equivalente a un 0,32%, correspondiendo a suelos inadecuados para los cultivos, con limitaciones muy severas que no pueden ser corregidas (pendientes pronunciadas, pedregosidad excesiva, clima severo u otras limitantes) y su uso está limitado a pastos y forestal.

Con 44,08 ha, correspondiente a 0,42% de la superficie del Área Mina, se encuentran los suelos categorizados con clase de capacidad de uso V, que corresponden a suelos inundados, siendo su principal característica el drenaje pobre, lo que permite la presencia de especies vegetales de características hidromórficas, lo que determina su importancia ambiental.

- Área Obras Lineales

La unidad homogénea de suelo que presenta mayor superficie es Planicie Salina con 8.232,78 ha, que corresponde a un 28,07% de la superficie (ver Tabla 4-118). Le sigue en superficie la unidad Misceláneo Planicie Challacollo con 3.940,61 ha, que corresponde a un 13,43% del Área Obras Lineales.

Por su parte, la unidad homogénea de suelo Misceláneo Choja presenta una superficie de 3.556,84 ha, lo que corresponde a 12,13% de la superficie del Área Obras Lineales, siendo la Fase MCh-2 la que presenta una mayor representación con 3.205,19 ha, equivalente a 10,93% del Área Obras Lineales. Es importante mencionar, que la unidad Misceláneo Choja también presenta superficies en el Área Pampa, del Proyecto. En el Área Obras Lineales, sector Variante A-97B, se encuentra la unidad homogénea de suelos Misceláneo Ujina, la cual presenta una superficie de 3.516,44 ha, lo que equivale a 11,99% del total del Área Obras Lineales.

Sigue en superficie, el Misceláneo Quebrada Chipana con 2.341,33 ha, lo que corresponde a un 7,98% de la superficie. El Misceláneo Cordón Paguana presenta una superficie de 2.041,28 ha que representa un 6,96%.

La unidad homogénea de suelo Salar Bellavista, cuenta con una superficie de 1.924,81 ha, ocupando un 6,56% de la superficie de Obras Lineales. La unidad de suelo Cerro Salino presenta una superficie de 1.589,95 ha, las cuales representan un 5,42%. La unidad de suelo Salar Removido, presenta una superficie de 1.022,30 ha, equivalentes a 3,49%.

Por último, se identifican 7 unidades homogéneas de suelo con una baja representación areal, Misceláneo Quebrada Pintados, Misceláneo Cerro Maní, Misceláneo Quebrada Guatacondo, Misceláneo Quebrada Maní, Misceláneo Quebrada, Misceláneo Coluvial, Misceláneo Cerro Maní y Asociación Cerro, sumando en conjunto una superficie de 539,09 ha las cuales representan un 3,22% del total del Área Obras Lineales.

Por otra parte, en el Área Obras Lineales se identificaron otras unidades del paisaje que no corresponden a la definición de suelo, tales como, Terrenos Rocosos (con 118,51 ha), Área Industrial (44,98 ha) y Campo de Dunas (59,61 ha), distribuyéndose en un 0,75% del área.

Tabla 4-118. Superficie y participación porcentual por Tipo y Fase de suelo, Área Obras Lineales.

Tipo de Suelo	Tipo de Suelo		Fase		
	Superficie (ha)	%	Fase	Superficie (ha)	%
Área Industrial	44,98	0,15	Área Industrial	44,98	0,15
Asociación Cerro	539,09	1,84	AC-1	108,04	0,37
			AC-3	23,57	0,08
			AC-4	407,48	1,39
Campo de Dunas	58,61	0,20	CP	58,61	0,20
Cerro Salino	1.589,95	5,42	CS	1.589,95	5,42
Misceláneo Cerro Maní	12,53	0,04	MCM	12,53	0,04
Misceláneo Choja	3.556,85	12,13	MCh-1	351,65	1,20
			MCh-2	3.205,19	10,93
Misceláneo Coluvial	2,61	0,01	MC-2	2,61	0,01
Misceláneo Cordón Paguana	2.041,28	6,96	MCP-1	636,35	2,17
			MCP-2	1360,31	4,64
			MCP-3	44,62	0,15
Misceláneo Planicie Challacollo	3.940,61	13,43	MPC	3.940,61	13,43
Misceláneo Quebrada	4,73	0,02	MQ-1	4,73	0,02
Misceláneo Quebrada Chipana	2.341,33	7,98	QCh	2.341,33	7,98
Misceláneo Quebrada Guatacondo	193,14	0,66	MQH	193,14	0,66
Misceláneo Quebrada Maní	48,90	0,17	MQM-2	5,74	0,02
			MQM-3	43,16	0,15
Misceláneo Quebrada Pintados	143,52	0,49	MQP	143,52	0,49
Misceláneo Ujina	3.516,44	11,99	MU-1	2.784,45	9,49
			MU-2	2,96	0,01
			MU-3	298,19	1,02
			MU-4	431,09	1,47
Planicie Salina	8.232,78	28,07	PS	8.232,78	28,07
Salar Bellavista	1.924,81	6,56	MSB-1	1.570,75	5,35
			MSB-2	354,06	1,21
Salar Removido	1.022,30	3,49	SSR	1.022,30	3,49
Terrenos Rocosos	118,51	0,40	TR	118,51	0,40
Total	29.332,99	100		29.332,99	100

Fuente: Elaboración Propia.

En cuanto a la capacidad de uso del suelo, en la Tabla 4-119, se muestran las superficies del Área Obras Lineales.

Tabla 4-119. Superficie por Capacidad de uso, Área Obras Lineales.

Capacidad de Uso	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
N.C.	103,59	0,35
V	2,96	0,01
VI	1.302,11	4,44
VII	3.272,59	11,16
VIII	24.651,74	84,04
Total	29.332,99	100

Fuente: Elaboración Propia.

Un 84,04% de los suelos del Área Obras Lineales fueron clasificados como clase de capacidad de uso VIII, lo que equivale a 24.651,74 ha de superficie. Estos suelos no presentan valor agrícola, ganadero o forestal y su uso está limitado solamente a la vida silvestre. Con 3.272,59 ha, se encuentran los suelos categorizados con clase de capacidad de uso VII, equivalente a un 11,16% del Área Obra Lineales. Ocupando una superficie de 1.302,11 ha, se encuentran los suelos categorizados con CCU VI, correspondiendo a suelos inadecuados para los cultivos.

Por último, se encuentran los suelos categorizados con CCU V, que presentan una superficie de 2,96 ha equivalentes a 0,01% del Área Obras Lineales. Estos suelos presentan características hidromórficas, que les permiten sustentar vida silvestre adaptada a esa condición, lo que adicionado a su escasa representación, les otorga la calidad de recurso particular.

Finalmente, en el Área Obras Lineales, se cartografió una superficie de 103,59 ha de áreas que no correspondían a la definición de suelos, por lo que se les asignó una CCU de N.C. (No Califica).

- Área Pampa

La unidad homogénea de suelo que presenta mayor superficie es Misceláneo Choja con 2.272,25 ha, lo que representa un 54,18% de la superficie total, siendo la Fase MCh-2 la que presenta una mayor superficie con 1.808,16 ha (43,12% del área total Pampa). Le sigue en representación espacial, la unidad homogénea de suelo Misceláneo Cerro Maní, con 1.654,97 ha, que corresponde a un 39,46% del Área Pampa. Por último, con menor representación en el Área Pampa, se encuentra la unidad homogénea de suelo Misceláneo Quebrada Maní que presentan una superficie de 266,46 ha (6,35%), estando también presente en el Área Obras Lineales. El Misceláneo Quebrada Maní, presenta 2 de sus Fases incluidas en el Área Pampa, MQM-3 con una superficie de 148,41 ha y MQM-2 con 118,05 ha, equivalentes al 3,54 y 2,81% del Área Pampa, respectivamente (ver Tabla 4-120).

Tabla 4-120. Superficie y participación porcentual por Tipo y Fase de suelo, Área Pampa.

Tipo de Suelo	Tipo de Suelo		Fase		
	Superficie (ha)	%	Fase	Superficie (ha)	%
Misceláneo Cerro Maní	1.654,97	39,46	MCM	1.654,97	39,46
Misceláneo Choja	2.272,25	54,18	MCh-1	464,09	11,07
			MCh-2	1.808,16	43,12
Misceláneo Quebrada Maní	266,46	6,35	MQM-2	118,05	2,81
			MQM-3	148,41	3,54
Total	4.193,69	100		4.193,69	100

Fuente: Elaboración Propia.

En cuanto a la capacidad de uso del suelo, en la Tabla 4-121 se muestran las superficies del Área Pampa.

Tabla 4-121. Capacidad de Uso, superficie y porcentaje Área Pampa.

Capacidad de Uso	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
VI	148,41	3,54
VII	118,05	2,81
VIII	3.927,22	93,65
Total	4.193,68	100

Fuente: Elaboración Propia.

De la tabla anterior, se desprende que un 93,65% de la superficie de suelos, se encuentra categorizada como clase de capacidad de uso VIII, lo que equivale a un área de 3.927,22 ha. Los suelos de clase VIII, corresponden a suelos sin valor agrícola, ganadero o forestal y su uso está limitado solamente para la vida silvestre debido a que presentan dos o más limitantes que no permiten su uso productivo y que además presentan limitantes para el desarrollo de la vegetación en general. Con una superficie de 148,41 ha, se encuentran los suelos categorizados con clase de capacidad de uso VI, que corresponden a suelos no aptos para el laboreo e inadecuados para los cultivos, debido a que presentan limitaciones que no pueden ser corregidas, lo que limitan su uso a pastos y forestales, siendo estas actividades no propicias debido al clima desértico del Área Pampa. Por último, la categoría con menor representación en el Área Pampa son los suelos clasificados como con clase de capacidad de uso VII, que presentan una superficie de 118,05 ha equivalentes a un 2,81% del área.

- Área Puerto

En el Área Puerto, la unidad homogénea de suelo Terraza Marina es la que presenta una mayor representación espacial con un 73,41% de la superficie, lo que corresponde a 809,02 ha. La Fase de suelo que presenta mayor representación es TM-1 con un 540,32 ha (49,03% de la superficie del Área Puerto). Por otra parte, el Farellón costero, presenta una superficie total de 204,28 ha en el Área Puerto, equivalentes a un 18,54% de la superficie. Por último, en este sector, la unidad

del paisaje que no es considerada como suelo natural debido a su alta intervención (Área Industrial), presenta una superficie de 88,71 ha, correspondiente a un 8,05% del área.

Tabla 4-122. Superficie y participación porcentual por Tipo y Fase de suelo, Área Puerto.

Tipo de Suelo	Tipo de Suelo		Fase		
	Superficie (ha)	%	Fase	Superficie (ha)	%
Área Industrial	88,71	8,05	AI	88,71	8,05
Farellón Costero	204,28	18,54	FC	204,28	18,54
Terraza Marina	809,02	73,41	TM-1	540,32	49,03
			TM-2	268,69	24,38
Total	1.102,01	100		1.102,01	100

Fuente: Elaboración Propia.

En cuanto a la capacidad de uso del suelo, en la Tabla 4-123 se muestran las superficies del área Puerto.

Tabla 4-123. Superficie por Capacidad de Uso, área Puerto.

Capacidad de Uso	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
N.C.	88,71	8,05
VIII	1.013,30	91,95
Total	1.102,01	100

Fuente: Elaboración Propia.

Como se observa en la Tabla 4-123, la totalidad de las unidades de suelos identificadas en el Área Puerto, que suman una superficie de 1.013,30 ha, equivalentes a 91,05%, no presentan aptitudes agrícolas, clasificándose con la categoría de Clase de capacidad de uso VIII, es decir, suelos sin valor agrícola, ganadero o forestal.

Por otra parte, 88,71 ha, que corresponde a las instalaciones Industriales (unidad Área Industrial), no se le asigna Clase de capacidad de uso ya que las propiedades de suelo han sido alteradas significativamente, por lo que no corresponde a la definición de suelo como cuerpo natural.

Para mayor información revisar el Capítulo 3, acápite 3.2.5 “Suelos” del Capítulo 3 “Línea de Base”.

b) Identificación del Impacto

La identificación y evaluación de impactos sobre el recurso natural suelo, se basa en lo descrito en la caracterización de Línea de Base del componente Suelos (Capítulo 3.2.5 del EIA) y la superposición de las obras sometidas a evaluación por el Proyecto, de modo de establecer posibles afectaciones en términos de cantidad y calidad del recurso suelo, en consonancia a lo indicado por la Guía de Evaluación Ambiental para el Recurso Natural Suelo (2011) y en la Guía

para la Descripción de los Componentes SFF de Ecosistemas Terrestres del SEA (2015), en cuanto a los criterios para definir la significancia de los impactos sobre el recurso suelo.

Durante la fase de Construcción se llevará a cabo el emplazamiento de la mayor parte de las obras físicas del Proyecto. Las principales fuentes de impacto en el Área Mina corresponden a la construcción del chancador primario y acopio de mineral grueso, planta concentradora e instalaciones asociadas, construcción de canal de contorno Este, pre-stripping mina (rajo), construcción de muro de partida del depósito de relaves, piscinas del sistema de recolección y manejo de relaves, construcción del sistema de transporte de relaves (STR) y sistema de transporte de agua recuperada (STAR), e instalaciones auxiliares. En el Área de Obras Lineales las principales fuentes corresponden a la construcción de la variante A-97B, sistema de transporte de concentrado (STC), sistema de transporte de agua desalinizada (STAD) y sistema de suministro y transmisión de energía eléctrica. En el Área Pampa, las obras corresponden a instalaciones auxiliares (CMRS, canteras y campamento Pampa) y en el Área Puerto las principales fuentes de impacto están asociadas a la construcción de la planta desalinizadora e instalaciones asociadas, construcción de planta de filtrado y habilitación de área de preparación y lanzamiento de tuberías.

En tanto, para la fase de Operación, se identifican fuentes de impacto relacionadas a las actividades ligadas a la extracción y procesamiento de mineral (explotación del rajo, avance de los botaderos y operación del depósito de relaves).

Por su parte, en la fase de Cierre del Proyecto las fuentes de impacto tienen relación de manera exclusiva con las actividades de circulación vehicular por las rutas de acceso, debido a que el Proyecto no conllevará obras y/o actividades que requieran la ocupación de nuevas superficies a las ya intervenidas, por lo tanto, no se prevé la generación de impactos en esta fase, producto del emplazamiento físico de obras, partes y/o acciones.

De acuerdo al análisis de fuentes de impactos y fases del Proyecto, y considerando que la ocupación de nuevas áreas es la principal actividad generadora de impactos sobre el recurso natural suelo, para efectos del presente análisis la evaluación de impactos se realiza considerando de manera conjunta los efectos de la construcción y operación del Proyecto, por lo que su evaluación y calificación se aborda con la configuración final de las obras físicas.

De acuerdo a los resultados obtenidos de la superposición de las áreas de intervención efectiva (Área Envolventes) con las unidades homogéneas de suelos y del paisaje, el Proyecto intervendrá un total de 3.492,61 ha, equivalente al 7,73% del área de influencia del componente Suelos (ver Tabla 4-124). De esta superficie, 771,36 ha corresponden a unidades del paisaje que no son consideradas como suelo propiamente tal, por cuanto fueron clasificadas con CCU N.C. (No Clasifica). Por lo tanto, considerando lo indicado, el Proyecto intervendrá de manera efectiva una superficie de recurso natural suelo de 2.721,26 ha, equivalentes al 6,03% del área de influencia del componente Suelos.

Tabla 4-124. Superficie de intervención por Clase de Capacidad de Uso.

CCU	Superficie Intervenido	
	Ha	%
N.C.	771,36	22,09
V	2,76	0,08
VI	35,31	1,01
VII	207,41	5,94
VIII	2.475,78	70,89
Total general	3.492,61	100

Fuente: Elaboración Propia.

Como se observa, un 70,89%, equivalente a 2.475,78 ha de los suelos afectados descritos en el AI, corresponden a suelos con Clase de Capacidad de Uso (CCU) VIII, es decir, suelos sin valor agrícola, forestal o ganadero, con limitantes severas que impiden el desarrollo de las plantas en general. Mientras que los suelos clasificados con CCU VII, suelos con limitaciones muy severas, presentan un área de intervención de 207,41 ha, correspondientes a un 5,94% de suelos intervenidos. En tanto, los suelos clasificados como VI alcanzan una superficie de 35,31 ha, representado el 1,01% de las unidades intervenidas y finalmente los suelos clase V, presentan una superficie de intervención de 2,76 ha, representando el 0,08% del total del área intervenida.

La Tabla 4-125, detalla la superficie de intervención por CCU, unidad de suelo o paisaje, por Área y sector de obras.

Tabla 4-125. Superficie de intervención en suelo por Clase de Capacidad de Uso, por Área y sector de obras.

Área	Sector de Obras	CCU	Unidad	Superficie Intervenido (ha)	% de Intervención
Mina	Mina	N.C.	Área Industrial	660,82	18,92
		V	Misceláneo Bofedal	1,14	0,01
			Misceláneo Quebrada	1,40	0,04
		VII	Misceláneo Quebrada	0,20	0,01
		VIII	Asociación Cerro	273,54	7,83
			Misceláneo Quebrada	0,26	0,01
			Terrenos Rocosos	44,98	1,29
	Planta	N.C.	Área Industrial	3,17	0,09
		VIII	Asociación Cerro	45,06	1,29
			Terrenos Rocosos	0,70	0,02
	Depósito de Relaves	N.C.	Área Industrial	5,76	0,16
			Misceláneo Quebrada	0,03	0,001
		VIII	Asociación Cerro	645,66	18,49
			Misceláneo Coluvial	22,65	0,65
			Misceláneo Quebrada	0,89	0,03

Área	Sector de Obras	CCU	Unidad	Superficie Intervenido (ha)	% de Intervención
			Misceláneo Quebrada Blanca	14,94	0,43
			Terrenos Rocosos	80,17	2,30
	Manejo de aguas de contacto	N.C.	Área Industrial	0,17	0,005
			VIII	Asociación Cerro	11,81
		Misceláneo Coluvial		0,70	0,02
		Misceláneo Quebrada		1,28	0,04
		Misceláneo Quebrada Blanca		0,75	0,02
		Terrenos Rocosos	0,60	0,02	
	Manejo de aguas de no contacto	N.C.	Área Industrial	0,09	0,003
			Asociación Cerro	26,90	0,77
		VIII	Misceláneo Quebrada	0,07	0,002
			Misceláneo Quebrada Blanca	0,15	0,004
	Sistema de Suministro y Transmisión de Energía Eléctrica	VIII	Asociación Cerro	0,79	0,02
	Sistema de Transporte de Agua Recuperada (STAR)	N.C.	Área Industrial	0,00	0,00001
			VIII	Asociación Cerro	20,17
		Misceláneo Quebrada		0,06	0,002
		Terrenos Rocosos		0,66	0,02
	Sistema de Transporte de Relaves (STR)	VIII	Asociación Cerro	32,13	0,92
			Misceláneo Quebrada	0,44	0,01
			Terrenos Rocosos	1,28	0,04
	Caminos	N.C.	Área Industrial	3,06	0,09
			VIII	Asociación Cerro	18,68
		Misceláneo Quebrada		0,02	0,001
	Instalaciones auxiliares	N.C.	Área Industrial	17,16	0,49
			V	Misceláneo Quebrada	0,01
		VIII	Asociación Cerro	150,72	4,32
			Misceláneo Coluvial	8,81	0,25
			Misceláneo Quebrada	1,34	0,04
Misceláneo Quebrada Blanca			8,91	0,26	
Terrenos Rocosos			4,39	0,13	
Instalaciones de apoyo a la construcción	N.C.	Área Industrial	78,95	2,26	
		VIII	Asociación Cerro	116,64	3,34
	Misceláneo Coluvial		9,26	0,27	
	Misceláneo Quebrada		0,64	0,02	
	Misceláneo Quebrada Blanca		1,88	0,05	
	Terrenos Rocosos	5,26	0,15		

Área	Sector de Obras	CCU	Unidad	Superficie Intervenido (ha)	% de Intervención	
Total Mina				2.325,16	66,57	
Obras Lineales	Sistema de Suministro y Transmisión de Energía Eléctrica	N.C.	Área Industrial	0,07	0,002	
			Campo de Dunas	0,14	0,004	
		VI	Misceláneo Quebrada Guatacondo	0,07	0,002	
		VII	Misceláneo Cordón Paguana	8,80	0,25	
		VIII	Asociación Cerro	5,75	0,16	
			Cerro Salino	4,37	0,13	
			Misceláneo Choja	4,59	0,13	
			Misceláneo Cordón Paguana	2,80	0,08	
			Misceláneo Planicie Challacollo	5,71	0,16	
			Misceláneo Quebrada	0,00	0,00002	
			Misceláneo Quebrada Chipana	2,08	0,06	
			Salar Bellavista	3,12	0,09	
			Terrenos Rocosos	0,93	0,03	
		Sistema de Transporte de Agua Desalinizada (STAD)	VII	Misceláneo Cordón Paguana	4,49	0,13
			VIII	Asociación Cerro	0,67	0,02
	Cerro Salino			6,00	0,17	
	Misceláneo Choja			5,24	0,15	
	Misceláneo Coluvial			0,00	0,00001	
	Misceláneo Cordón Paguana			8,47	0,24	
	Terraza Marina			1,87	0,05	
	Terrenos Rocosos	0,24	0,01			
	Sistema de Transporte de Agua Desalinizada (STAD) y Sistema de Transporte de Concentrado (STC)	N.C.	Campo de Dunas	1,39	0,04	
		VI	Misceláneo Quebrada Guatacondo	3,30	0,09	
		VII	Misceláneo Cordón Paguana	73,27	2,10	
		VIII	Asociación Cerro	33,91	0,97	
			Cerro Salino	21,33	0,61	
			Farellón Costero	13,26	0,38	
			Misceláneo Choja	48,41	1,39	
			Misceláneo Coluvial	0,13	0,004	
			Misceláneo Cordón Paguana	29,86	0,85	
Misceláneo Planicie Challacollo			64,79	1,86		
Misceláneo Quebrada			0,83	0,02		
Misceláneo Quebrada Chipana			26,45	0,76		
Planicie Salina			108,02	3,09		
Salar Bellavista			53,29	1,53		
Salar Removido			6,81	0,19		
Terraza Marina	7,82	0,22				

Área	Sector de Obras	CCU	Unidad	Superficie Intervenido (ha)	% de Intervención
			Terrenos Rocosos	2,16	0,06
	Sistema de Transporte de Concentrado (STC)	VII	Misceláneo Cordón Paguana	0,89	0,03
		VIII	Asociación Cerro	1,44	0,04
			Cerro Salino	1,34	0,04
			Misceláneo Choja	0,98	0,03
			Misceláneo Coluval	0,01	0,0002
			Misceláneo Cordón Paguana	0,98	0,03
			Misceláneo Planicie Challacollo	0,10	0,003
			Planicie Salina	0,10	0,003
			Salar Bellavista	0,08	0,002
			Terraza Marina	1,78	0,05
	Caminos	V	Misceláneo Ujina	0,17	0,005
		VI	Misceláneo Quebrada Maní	0,38	0,01
			Misceláneo Quebrada Pintados	1,41	0,04
			Misceláneo Ujina	23,96	0,69
		VII	Misceláneo Ujina	60,43	1,73
		VIII	Asociación Cerro	5,47	0,16
			Cerro Salino	9,75	0,28
			Misceláneo Choja	17,55	0,50
			Misceláneo Planicie Challacollo	6,84	0,20
			Misceláneo Quebrada Chipana	2,15	0,06
			Misceláneo Ujina	20,75	0,59
		Planicie Salina	44,65	1,28	
	Instalaciones auxiliares	N.C.	Área Industrial	0,21	0,01
			Campo de Dunas	0,05	0,001
		VI	Misceláneo Quebrada Guatacondo	0,53	0,02
		VII	Misceláneo Cordón Paguana	13,23	0,38
			Misceláneo Ujina	0,13	0,004
		VIII	Asociación Cerro	13,75	0,39
			Cerro Salino	0,06	0,002
			Misceláneo Choja	17,43	0,50
			Misceláneo Cordón Paguana	5,60	0,16
			Misceláneo Planicie Challacollo	2,60	0,07
			Misceláneo Quebrada	0,05	0,001
			Misceláneo Quebrada Chipana	0,21	0,01
			Planicie Salina	0,37	0,01
	Salar Bellavista	1,00	0,03		
	Terrenos Rocosos	1,08	0,03		
	N.C.	Campo de Dunas	0,31	0,01	

Área	Sector de Obras	CCU	Unidad	Superficie Intervenido (ha)	% de Intervención
	Instalaciones de apoyo a la construcción	VI	Misceláneo Quebrada Guatacondo	0,11	0,003
			Misceláneo Quebrada Pintados	1,30	0,04
			Misceláneo Ujina	4,25	0,12
		VII	Misceláneo Cordón Paguana	40,00	1,15
			Misceláneo Ujina	5,98	0,17
		VIII	Asociación Cerro	5,47	0,16
			Cerro Salino	2,81	0,08
			Misceláneo Choja	117,07	3,35
			Misceláneo Coluval	0,46	0,01
			Misceláneo Cordón Paguana	19,12	0,55
			Misceláneo Planicie Challacollo	1,30	0,04
			Misceláneo Quebrada	0,02	0,001
			Misceláneo Quebrada Chipana	0,42	0,01
			Misceláneo Ujina	2,73	0,08
			Planicie Salina	51,44	1,47
			Salar Bellavista	1,90	0,05
			Salar Removido	0,16	0,004
		Terraza Marina	0,21	0,01	
Terrenos Rocosos	0,52	0,01			
Total Obras Lineales				1.073,50	30,74
Pampa	Caminos	VIII	Misceláneo Cerro Maní	2,40	0,07
			Misceláneo Choja	15,69	0,45
	Instalaciones auxiliares	VIII	Misceláneo Cerro Maní	0,02	0,001
			Misceláneo Choja	6,53	0,19
	Instalaciones de apoyo a la construcción	VIII	Misceláneo Cerro Maní	9,60	0,27
			Misceláneo Choja	2,93	0,08
Total Pampa				37,18	1,06
Puerto	Puerto	VIII	Terraza Marina	22,18	0,63
	Instalaciones auxiliares	VIII	Terraza Marina	1,14	0,03
	Instalaciones de apoyo a la construcción	VIII	Terraza Marina	33,45	0,96
Total Puerto				56,77	1,63
Total general				3.492,61	100

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación, se presenta un análisis por área del Proyecto, a modo de identificar o descartar impactos sobre el recurso natural suelo:

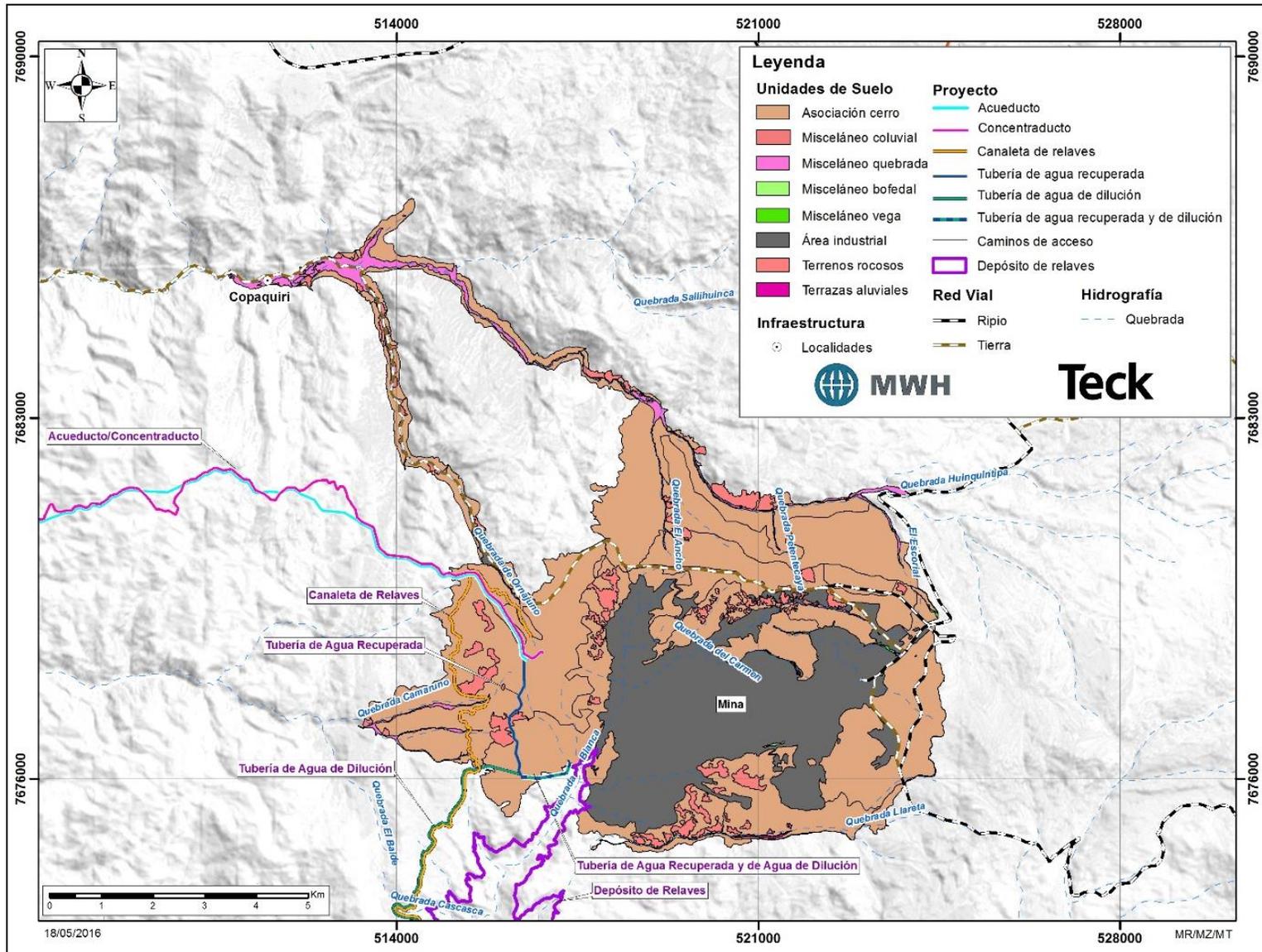
- Área Mina:

De modo general, es posible indicar que los suelos en el Área Mina están principalmente distribuidos en posición de cumbres y laderas de cerros (pertenecientes a la Unidad homogénea de suelos Asociación Cerro), con pendientes complejas y topografía que varía de ligeramente ondulado a fuertemente inclinado. Son suelos de escaso desarrollo pedológico, siendo su principal limitación la profundidad del suelo, la pedregosidad y en algunos casos la alta pendiente. Respecto a los análisis químicos, los valores de pH son mayoritariamente alcalinos, debido al clima y la constitución de los materiales parentales que dan origen a estos suelos, y los valores de contenido de materia orgánica son considerados bajos a muy bajos.

Las zonas de explotación del rajo, área de construcción de Planta Concentradora, Chancador Primario y Correa Transportadora, y el sector de operación de los botaderos y acopios de mineral (ver Figura 4-38) se desarrollarán principalmente en unidades definidas como Áreas Industriales (unidad del paisaje no definida como suelo), por cuanto se proyectan de forma circundante al rajo, o como continuación de los botaderos ya existentes en la operación actual de Quebrada Blanca.

Sigue como unidad de suelo propiamente tal, la Asociación Cerro la cual como se indicó, se caracteriza por ser una unidad de suelo con pedogénesis escasamente desarrollada, con alta pedregosidad y que no constituye en esta zona un componente singular o amenazado, ya que se encuentra representado abundantemente, en amplias zonas fuera del área de emplazamiento del Proyecto.

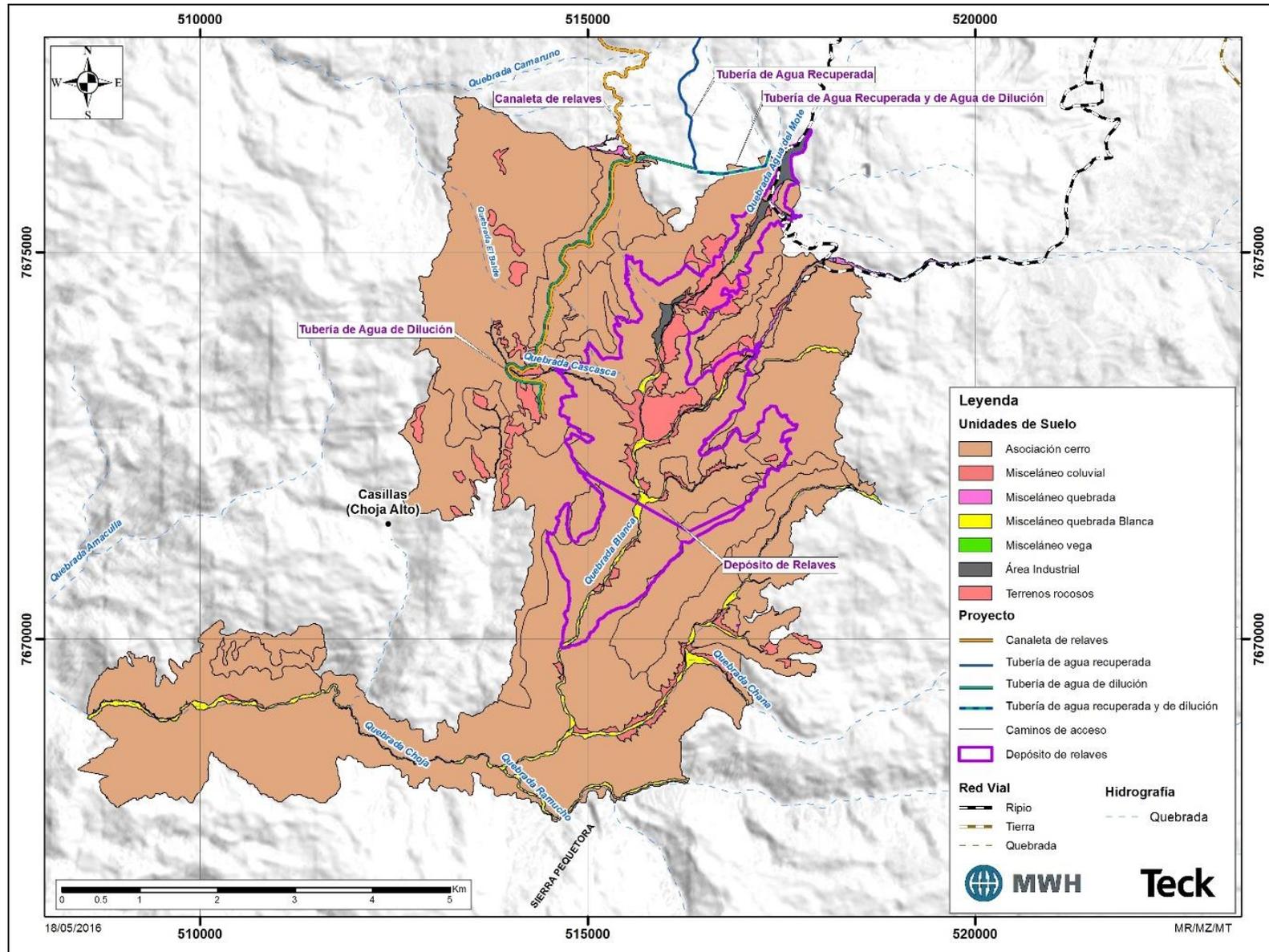
Figura 4-38. Distribución de unidades homogéneas de suelo, sector Mina.



Igualmente, el sector donde se proyecta el Depósito de Relaves (ver Figura 4-39), mayoritariamente predomina la Asociación Cerro, la cual como ya se indicó presenta un escaso desarrollo y se encuentra representada ampliamente en zonas fuera del área de emplazamiento del Proyecto. Siguen los terrenos con afloramientos rocosos (áreas sin desarrollo de suelos), luego la unidad Misceláneo Coluvial que corresponden a suelos con muy escaso desarrollo pedológico, de depósitos recientes no estratificados, que forman coluvios o acarreos en las laderas de los cerros o conos de deyección, en las desembocaduras de pequeñas quebradas. Finalmente una fracción de suelos a intervenir (14,94 ha) corresponden a la unidad Misceláneo Quebrada Blanca, la cual corresponde a suelo originado a partir de sedimentos aluvio-coluviales. Respecto al análisis químico, en esta última unidad el pH presenta variaciones considerables, variando de un suelo ligeramente ácido (pH 6,5) a ligeramente alcalino (pH 7,8), en tanto, la salinidad se categoriza como suelo ligeramente salino.

Por otra parte, tal y como se indica en la línea de base del componente Suelos, la quebrada Blanca y sus tributarios, se encuentran limitadas por laderas de cerro con evidentes rasgos de erosión hídrica como cárcavas y surcos. En este sentido, y en términos de la potencialidad de aumentar los fenómenos de erosión de suelos, producto de la construcción del Depósito de Relaves y sus obras anexas, es posible establecer que el cubrimiento de las laderas de cerro por parte de la obra, eliminará la generación de escurrimiento superficial en estas áreas, por lo tanto, bajará la erosión de estas laderas y la afectación de nuevas áreas aguas abajo.

Figura 4-39. Distribución de unidades homogéneas de suelo, sector Depósito de Relaves.



No obstante lo anterior, en ambos sectores del Área Mina se observan suelos con capacidades para sustentar vegetación, los cuales se han desarrollado en zonas de acumulación, asociados a cauces de quebradas, que sustentan biodiversidad, debido a que presentan una mayor disponibilidad hídrica.

En este sentido, los únicos suelos que tienen una relevancia ambiental, aunque no presentan aptitudes agrícolas, son los localizados en las vegas y bofedales ubicados al interior del Área Mina, específicamente en quebrada Blanca, quebrada Llaretta, quebrada Agua del Mote, quebrada Agua del Mote Norte, quebrada del Carmen y quebrada Ciénaga Grande, y que en la línea de base del componente Suelos fueron clasificados con Clase de Capacidad de Uso V. Si bien algunos de estos suelos, actualmente presentan una importante degradación de sus características naturales al estar insertos al interior de la operación actual de la faena minera, tienen la capacidad de sustentar biodiversidad, debido a que presentan una mayor disponibilidad hídrica, permitiendo el sustento de la vida silvestre y además, presentan funciones de recreación y protección de hoyas hidrográficas.

Desde el punto de vista del componente Suelos, las unidades localizadas en vegas y bofedales de las quebradas Blanca, Llaretta, Agua del Mote, quebrada del Carmen y quebrada Ciénaga Grande corresponden a las unidades de Misceláneo Quebrada (fase MQ-3) y Misceláneo Bofedal (Tabla 4-126).

Tabla 4-126. Superficies de unidades de suelo CCU V intervenidas en Área Mina.

Área	Obra	Unidad de Suelo	Superficie Intervenida (ha)
Mina	Botadero de Estériles Sur	Misceláneo Bofedal	1,14
	Botadero de Estériles Norte	Misceláneo Quebrada	1,4
	Depósito de Relaves	Misceláneo Quebrada	0,03
	Instalaciones Auxiliares	Misceláneo Quebrada	0,01
Total general			2,59

Fuente: Elaboración Propia.

Cabe señalar, que para el área de afectación asociada al Depósito de Relaves, se han excluido del presente análisis las unidades de suelo pertenecientes al tipo Misceláneo Vega localizadas en quebrada Blanca (fase MV-2, Comunidad Vegetal N° 23), las cuales fueron declaradas como impactadas en el marco del Estudio de Impacto Ambiental “Actualización Proyecto Minero Quebrada Blanca” (QB1) producto de la alteración de la calidad del recurso hídrico subterráneo y superficial, causando la alteración del recurso suelo, lo que se reflejó en el deterioro de la vegetación azonal presente por la presencia de contaminantes. En este sentido y bajo un criterio precautorio (condición más desfavorable) se consideró la alteración total del recurso suelo y la consecuente capacidad para sustentar biodiversidad, producto de la presencia de contaminantes. Para lo anterior, se presentó como parte del Plan de Medidas de Mitigación, Reparación y Compensación una medida de compensación destinada a la gestión, administración y financiamiento de un área de protección (Área de Laguna Ceusis), medida que compensará y retribuirá la pérdida en biodiversidad que no pudo ser mitigada, ni reparada (impactos residuales

o remanentes), a través de la protección a largo plazo de ecosistemas de alto valor ambiental que albergan una muestra biológica ecológicamente equivalente a la impactada por el Proyecto.

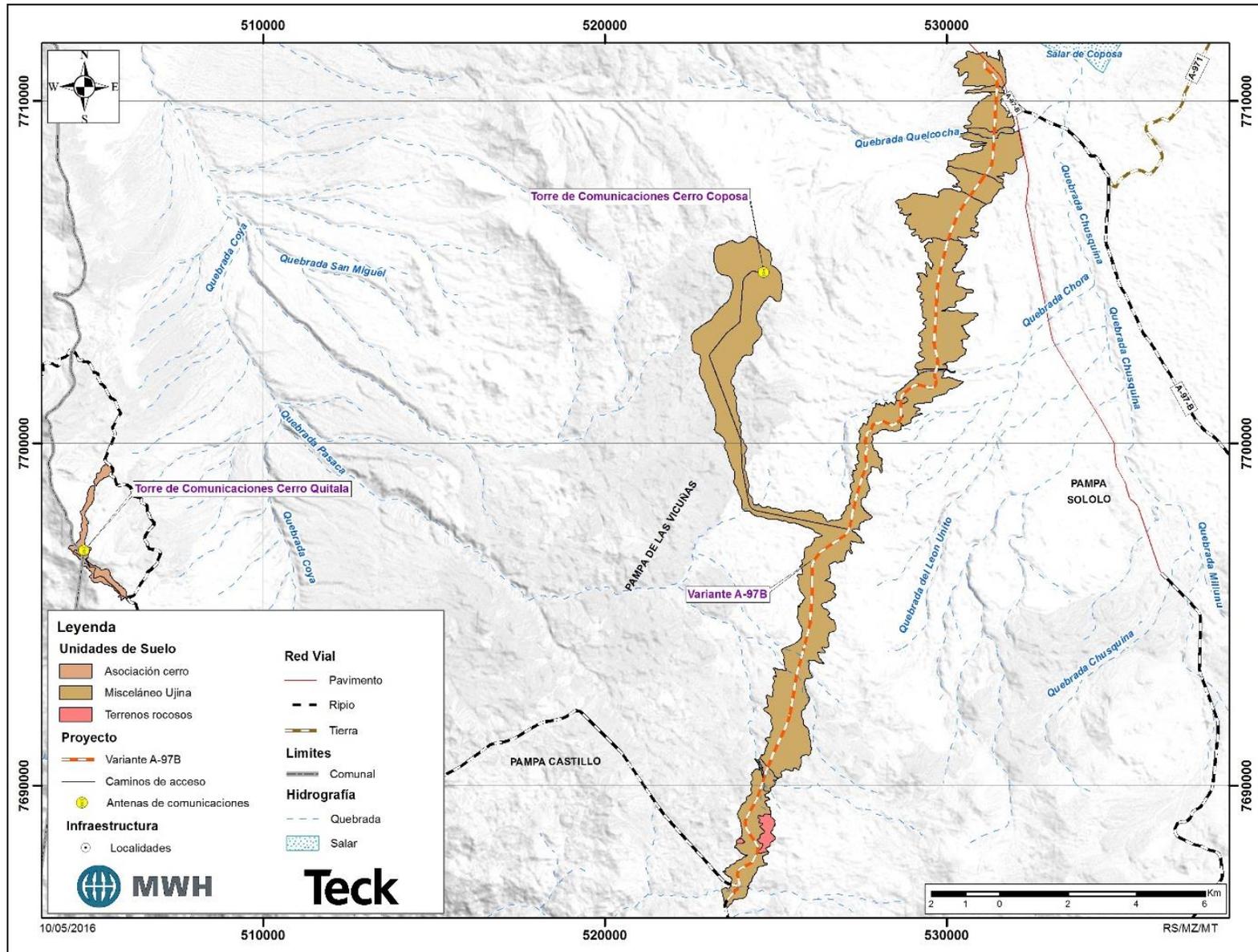
Como se observa en la Tabla 4-126, el Proyecto en evaluación intervendrá en el Área Mina un total de 2,59 ha de suelos localizados en vegas y bofedales, siendo la unidad homogénea de suelo Misceláneo Quebrada, en su fase MQ-3, la que presenta una mayor intervención, siendo estos suelos considerados con importancia ambiental, debido a como ya se ha mencionado, a su capacidad para sustentar biodiversidad.

De acuerdo al análisis anterior, se identifica el impacto en el Área Mina, conjuntamente en las fases de construcción y operación del Proyecto, "SU-1: Pérdida de suelos hidromórficos en vegas y bofedales".

- Área Obras Lineales:

El sector asociado a la construcción de la Variante A-97B (Figura 4-40) se proyecta principalmente en la unidad Misceláneo Ujina, la cual presenta una pendiente entre 3 y 10%, originado a partir de rocas de ignimbritas, con un incipiente desarrollo de suelo. Se observan sectores con alta pedregosidad, cubriendo casi un 80% de la superficie. La mayor precipitación anual permite la proliferación de una población vegetal estable, que contribuye a su vez, a un mayor desarrollo del perfil. Respecto al análisis químico, esta unidad se categoriza como un suelo ligeramente alcalino (pH 7,5), en tanto la salinidad alcanza un nivel bajo. El análisis del contenido de elementos totales y disponibles clasifica a estos suelos de baja fertilidad natural. Cabe señalar que esta unidad se encuentra ampliamente representada, en amplias zonas fuera del área de emplazamiento del Proyecto.

Figura 4-40. Distribución de unidades de suelo, sector Variante A-97B.



No obstante, en el sector Variante A-97B la fase de suelo MU-2 de la unidad Misceláneo Ujina presenta características hidromórficas y sustenta vegetación azonal de tipo vegas, por lo que se le asigna la CCU V. Debido a la importancia ambiental de este tipo de suelos, se identifica el impacto “SU-1: Pérdida de suelos hidromórficos en vegas y bofedales”. En la Tabla 4-127, se muestra la superficie de intervención sobre la Fase MU-2.

Tabla 4-127. Superficies de unidades de suelo CCU V intervenidas en Área Obras Lineales.

Área	Obra	Unidad de Suelos	Superficie Intervenida (ha)
Obras Lineales	Variante A-97B	Misceláneo Ujina	0,17
Total general			0,17

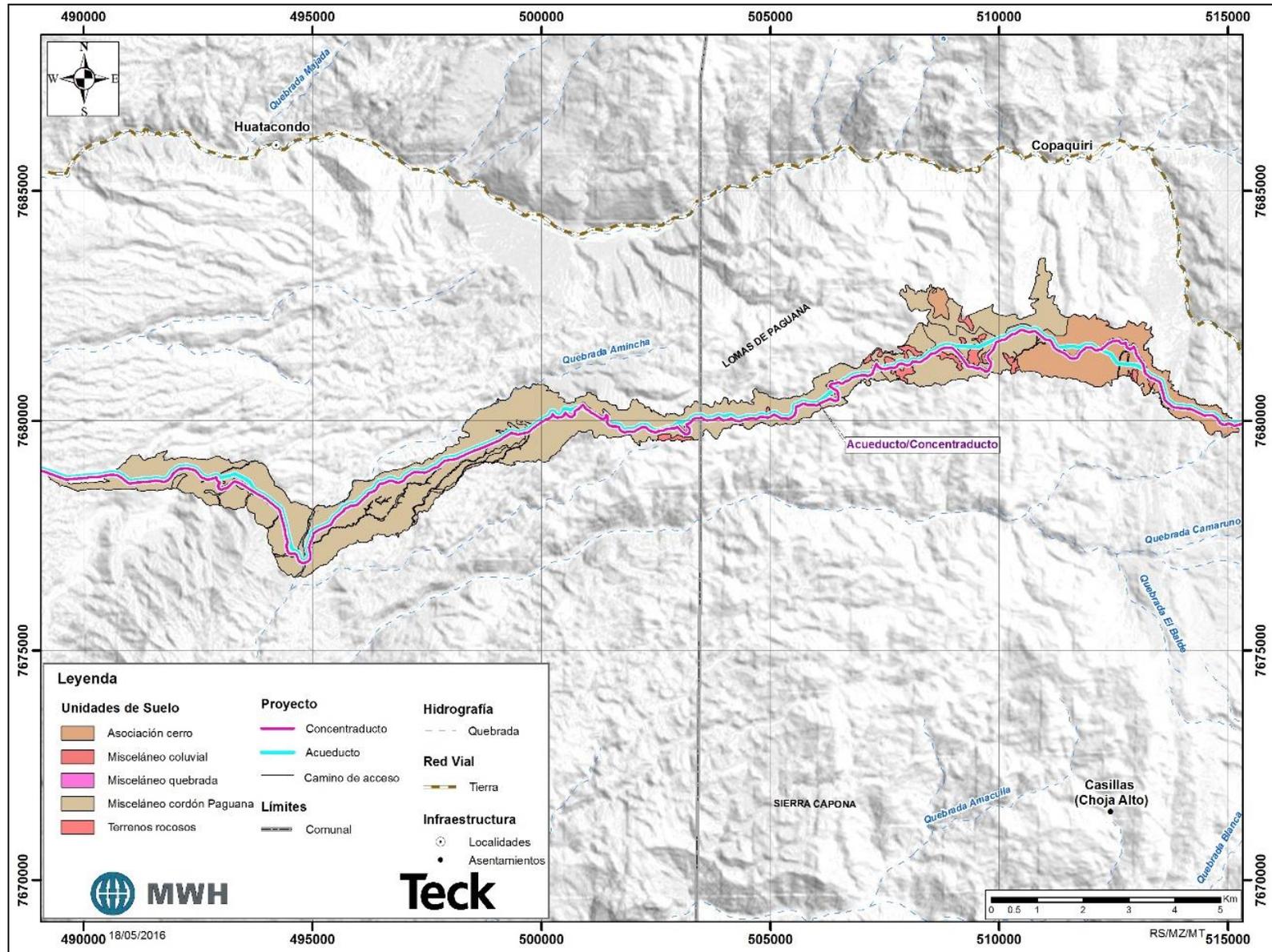
Fuente: Elaboración Propia.

Cómo se observa en la Tabla 4-127, debido a la construcción y habilitación de la Variante A-97B, se afectarán 0,17 ha de suelos hidromórficos pertenecientes a la unidad homogénea de suelos Misceláneo Ujina.

Respecto al sector en que se emplazan la plataforma del STC y STAD, obras anexas e instalaciones de apoyo a la construcción, entre el Área Mina y el Área Pampa (Figura 4-41), ésta se caracteriza por presentar cerros de gran altura, que delimitan quebradas encajonadas. La unidad de suelo mayormente intervenida corresponde a la unidad Misceláneo Cordón Paguana, que corresponden a suelos con horizontes delgados, con abundantes fragmentos gruesos. La principal característica de estos suelos es que se desarrollan *in situ*, debido a la meteorización del material parental, observándose escaso desarrollo pedológico, dado las condiciones ambientales en que se ubica la unidad. Respecto a los resultados de los análisis físicos y químicos, estos presentan una heterogeneidad en sus resultados. En cuanto a la acidez, estos suelos se categorizan como moderadamente alcalinos.

En relación a la eventual erosión de suelos, gatillada por la ejecución de las obras en el sector, se puede establecer, que debido a que el emplazamiento de la plataforma del STC y STAD, obras anexas e instalaciones de apoyo se localizarán principalmente en las cumbres de cerro, en zonas de relieve peneplanizado, con pendientes levemente inclinadas, el riesgo de aumentar los procesos de erosión natural presentes son bajos. Por otra parte, tal y como se describe en el capítulo 3.2.1 Clima y Meteorología, las precipitaciones en el área de influencia del Proyecto, comienzan a disminuir desde aproximadamente los 3.700 msnm, disminuyendo a su vez la potencialidad de generar procesos erosivos. Finalmente, en relación a las metodologías constructivas, en el Capítulo 1 Descripción de Proyecto se indica que, inicialmente y previo a la ejecución de las obras, se realizarán actividades de preparación del terreno que involucran el desarrollo de cortes y movimientos de tierras que permitirán la formación de secciones de plataformas típicas en cortes con taludes que garantizarán la estabilidad de las obras y la de las laderas de corte en talud susceptibles a fenómenos erosivos de socavación y deslizamientos.

Figura 4-41. Distribución de unidades de suelo, Área Obras Lineales, entre Área Mina y Área Pampa.

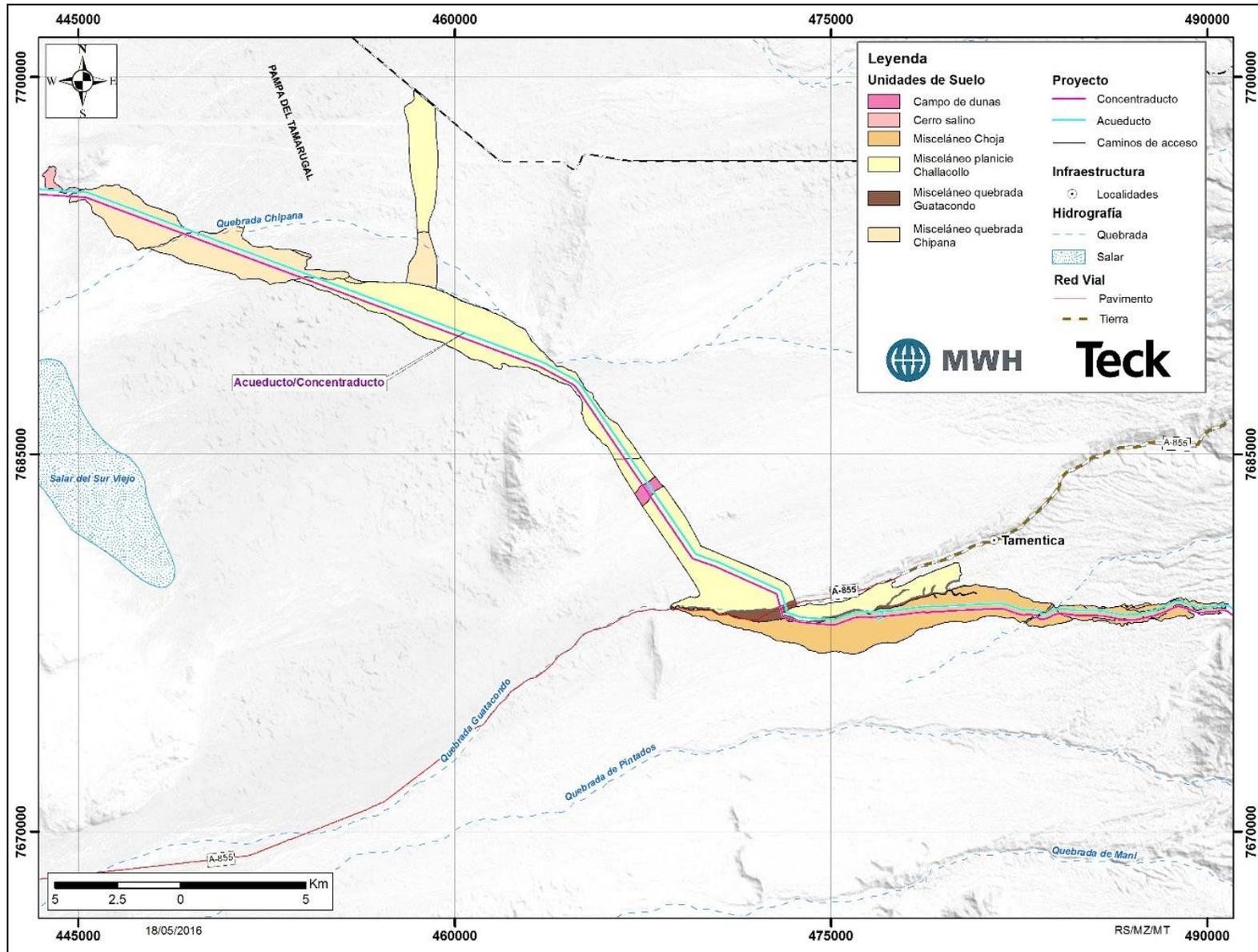


En el tramo de la plataforma del STC y STAD entre el Área Pampa y el Salar de Bellavista (Figura 4-42) se intercepta principalmente la unidad Misceláneo Planicie Challacollo. Estos suelos corresponden a sedimentos que presentan un origen principalmente aluvial. Son suelos en pendiente bajo el 15%, compuestos de partículas de granulometría gruesa, con abundantes fragmentos gruesos en superficie y en profundidad. Esta unidad registra un pH de 8, categorizado como un suelo moderadamente alcalino. Cabe señalar, que este tipo de suelos en esta zona no constituye un componente singular o amenazado, ya que se encuentra representado abundantemente. Sigue la unidad Misceláneo Choja, originada a partir de sedimentos de origen coluvial y aluvial, con abundantes fragmentos gruesos angulares y en menor medida redondeados. En general, ambas unidades homogéneas de suelo se caracterizan por presentar escaso desarrollo pedogénico y con bajos contenidos de materia orgánica (normales para el tipo de suelo y clima desértico). Cabe señalar que esta unidad no constituye un elemento singular, pues se encuentra ampliamente representada, en amplias zonas fuera del área de emplazamiento del Proyecto.

Finalmente destaca la unidad Quebrada Guatacondo, de origen aluvial fuertemente horizonado, que revela diferentes eventos depositacionales. Posee un escaso desarrollo pedogénico, debido a la aridez extrema o insuficiente antigüedad de las depositaciones de sedimentos que originaron el suelo. Presenta gran contraste de textura y clastos, lo que indica orígenes o intensidades distintas de los aluviones que dan origen al perfil.

Cabe señalar que las principales unidades que forman parte de este tramo: Planicie Challacollo, Misceláneo Choja y Quebrada Guatacondo, no constituyen elementos singulares, ya que se encuentran representados abundantemente en amplias zonas fuera del emplazamiento del Proyecto.

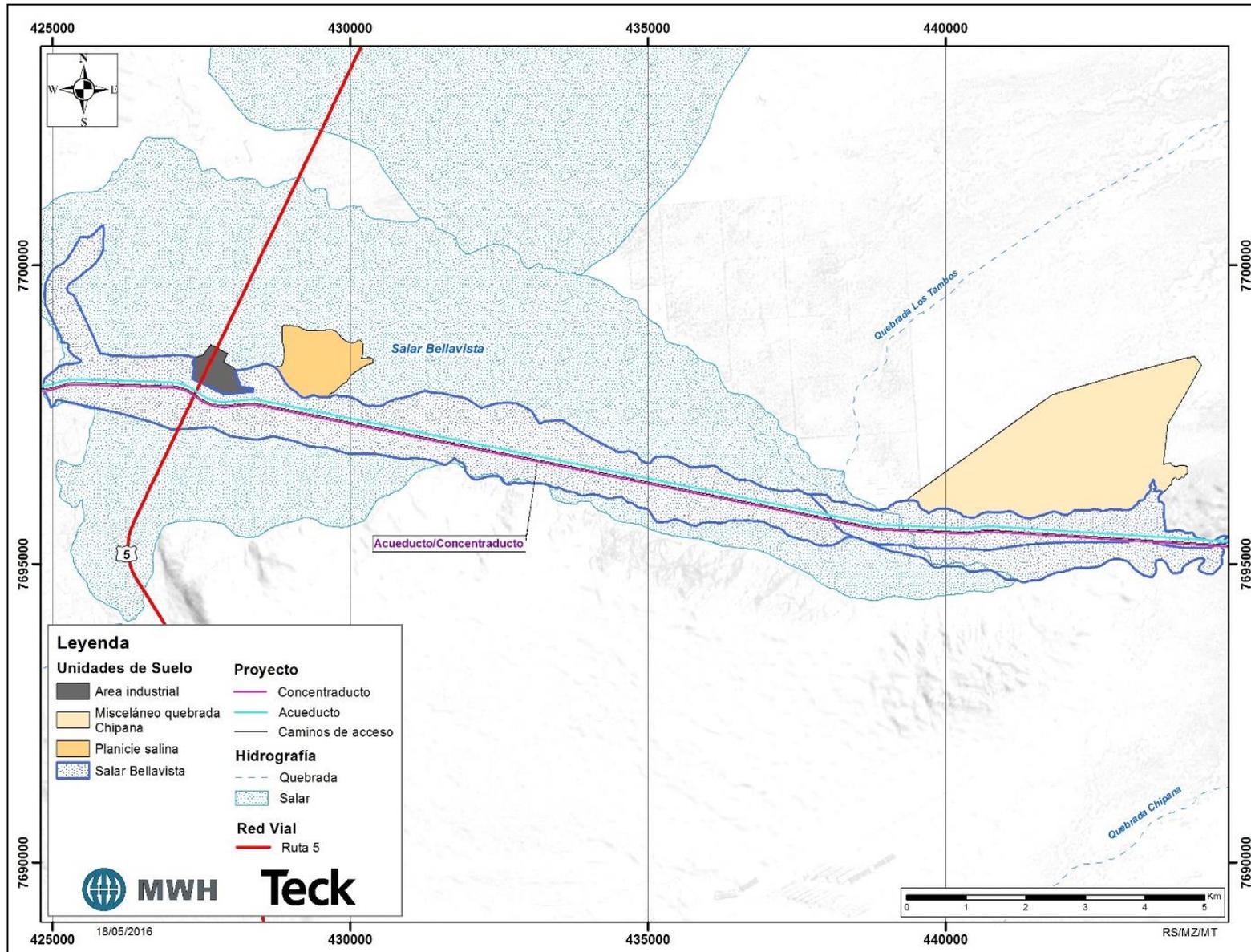
Figura 4-42. Distribución de unidades de suelo, sector desde Área Pampa hasta Salar Bellavista.



El tramo de las obras lineales que intercepta el Salar de Bellavista, se origina de sedimentos aluviales en un ambiente de tipo lacustre. El perfil de suelo se caracteriza por presentar una gran acumulación de sales, asociado a la aridez y a la confluencia de distintas cuencas, aportando material salino de fácil movilización en agua. Se caracteriza por presentar una costra salina en superficie, que forma estructuras salinas redondeadas, que da un microrelieve rugoso al salar.

Cabe señalar que el paso por esta unidad de suelo, y en específico al interior del límite sur de la Reserva Nacional Pampa del Tamarugal, se realiza sobre un sector acotado en tiempo y espacio, en un ancho de solo 30 metros, siendo un área que actualmente se encuentra alterada, y en la cual no se restringe el emplazamiento de obras de infraestructura. Por lo cual se estima, que las obras proyectadas no alterarán significativamente la condición basal de esta unidad de suelo.

Figura 4-43. Distribución de unidades de suelo, sector Salar Bellavista.



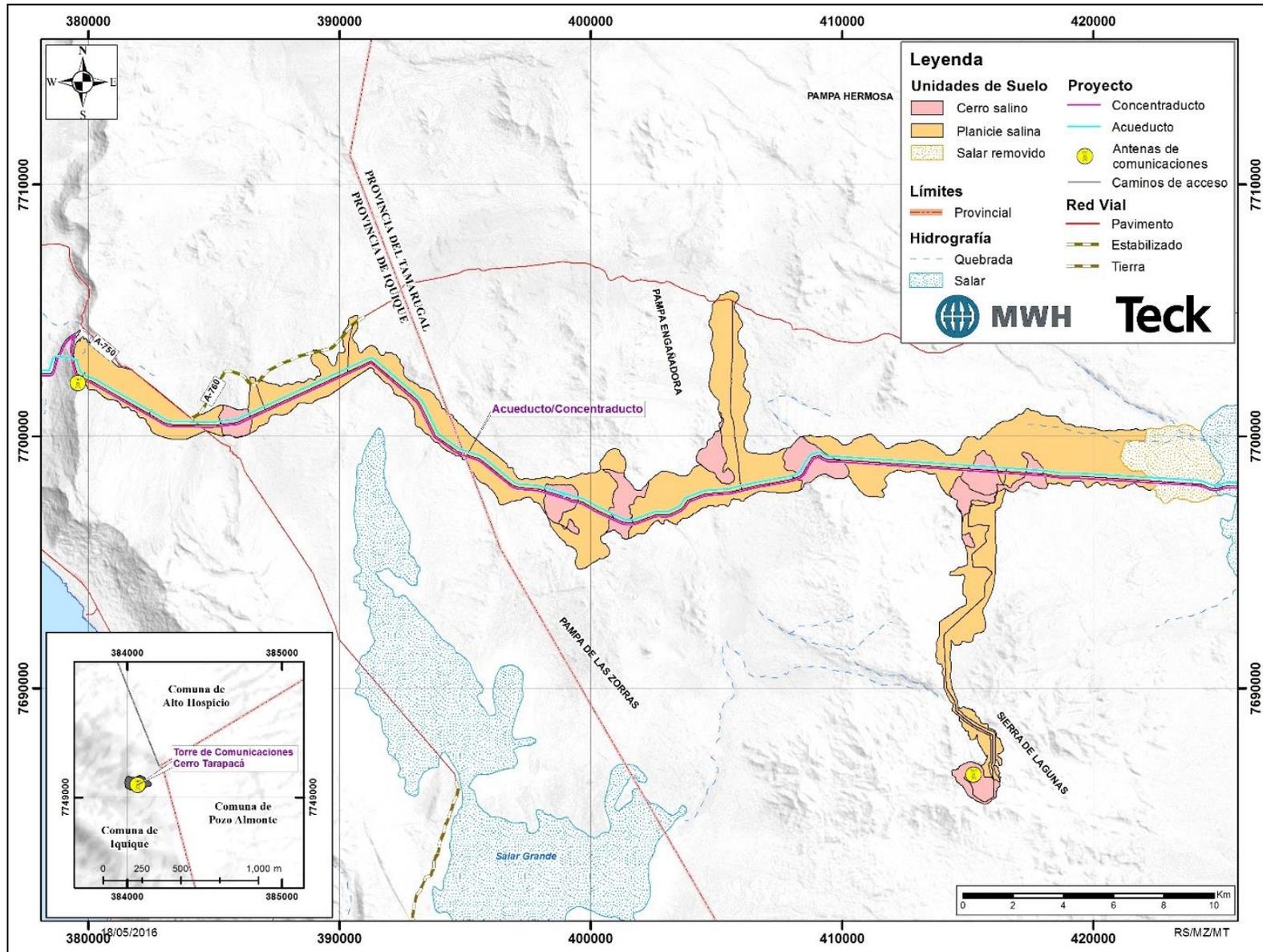
Finalmente, en el tramo de la plataforma del STC y STAD, entre el Salar de Bellavista y el Área Puerto (Figura 4-44), principalmente se intervendrán las unidades Planicie Salina, Cerro Salino y Salar con suelo removido.

La unidad Planicie Salina, corresponden a suelos localizados en topografía plana, con altas acumulaciones de sal, que originan suelos con horizontes altamente cementados. El perfil de suelo corresponde a la definición de suelo esquelético, delgado, con un horizonte cementado y escaso desarrollo pedológico.

La unidad Cerro Salino, se encuentra localizada en extensas zonas de lomajes, con pendientes onduladas de hasta 30%. El perfil de suelo se caracteriza por presentar una capa de material suelto, sin desarrollo pedogénico o muy leve. Presenta un fuerte contraste de clases texturales entre los horizontes, debido al efecto del viento en la zona, el cual arrastra y deposita las partículas selectivamente.

Por su parte, la unidad Salar con suelo removido, corresponde a una planicie salina intervenida antrópicamente.

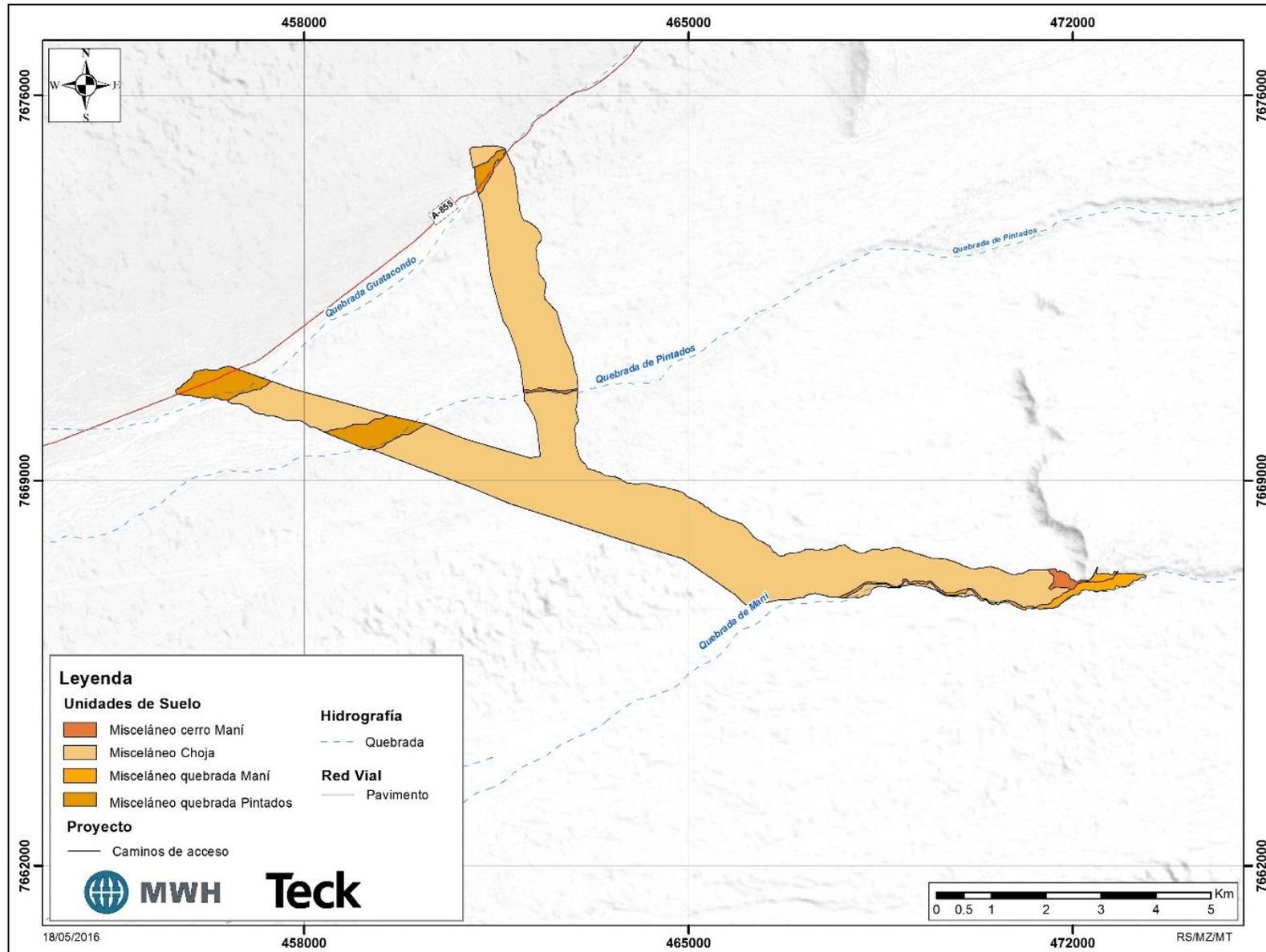
Figura 4-44. Distribución de unidades de suelo, sector Salar Bellavista hasta Área Puerto.



Respecto al sector de acceso al Área Pampa, que forma parte del Área de Obras Lineales (ver Figura 4-45), se identifica principalmente la unidad Misceláneo Choja, la cual está originada a partir de sedimentos de origen coluvial y aluvial, con abundantes fragmentos gruesos angulares y en menor medida redondeados. En esta unidad se observan clases texturales predominantemente gruesas, con horizontes endurecidos en profundidad. En general es un suelo con escaso desarrollo pedogénico. Estos suelos se clasifican como Ligeramente alcalino a Fuertemente alcalino. Por otra parte, los contenidos de materia orgánica del suelo indican un suelo sin aportes vegetales, registrando valores considerados bajos pero normales para el tipo de suelo y clima desértico. Cabe señalar que esta unidad no constituye un elemento singular, por cuanto se encuentra ampliamente representada, en amplias zonas fuera del área de emplazamiento del Proyecto.

En consecuencia, la mayor parte de las unidades intervenidas por las obras, partes y acciones del Área Obras Lineales, no constituyen un elemento singular desde el punto de vista edáfico, pues la mayor parte de las unidades presentan un escaso desarrollo pedológico y se encuentran ampliamente representadas, en amplias zonas fuera del área de emplazamiento del Proyecto. Además, se estima que las obras lineales proyectadas no alterarán significativamente la condición basal de las unidades intervenidas.

Figura 4-45. Distribución de unidades de suelo, sector acceso Área Pampa.



- Área Pampa:

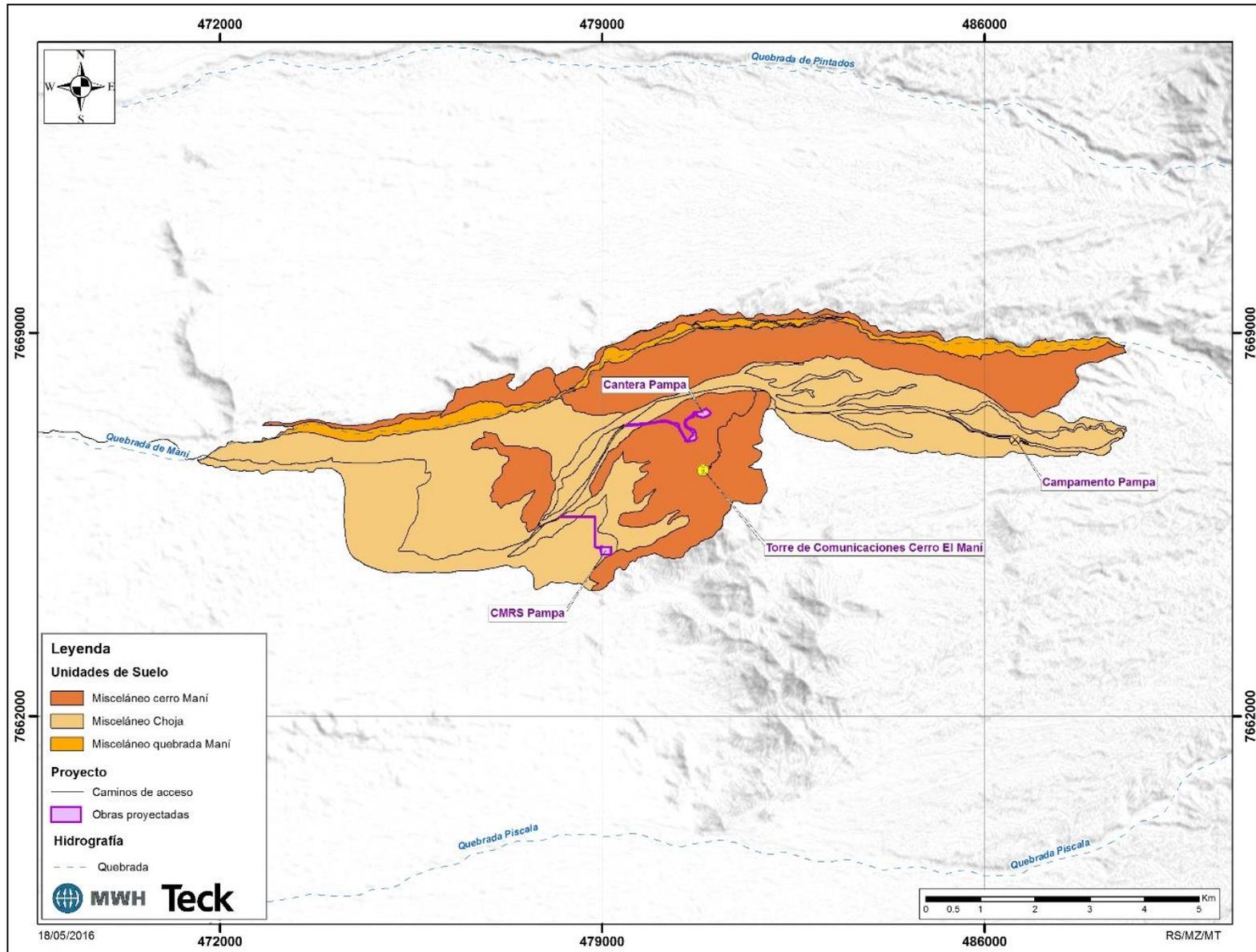
El Área Pampa (ver Figura 4-46) se caracteriza por pertenecer a la zona geomorfológica denominada glacis de sedimentación. El paisaje se caracteriza por presentar antiguos cauces separados por paleointerfluvios de hasta 5 m de potencia. El origen de los sedimentos, tanto de los cauces como de los paleointerfluvios son mezclas coluviales y aluviales, de granulometría heterogénea. Por otra parte, en el área se encuentra enmarcada la Quebrada Maní, la cual forma un valle fluvial relleno con sedimentos de origen fluvial-aluvial.

Se intervienen dos unidades de suelos: Misceláneo Choja y Misceláneo Cerro Maní. Tal como se indicó para el Área de Obras Lineales, la unidad Misceláneo Choja presenta un escaso desarrollo pedológico y no constituye una unidad singular, ya que se encuentra ampliamente representada.

Por su parte, la unidad Misceláneo Cerro Maní se compone de sedimentos coluviales, con escaso desarrollo pedológico, localizada en formaciones de cerro.

Ambas unidades de suelo presentan un escaso desarrollo pedológico y no representan un elemento singular, ya que se encuentran ampliamente representadas.

Figura 4-46. Distribución de unidades de suelo, Área Pampa.



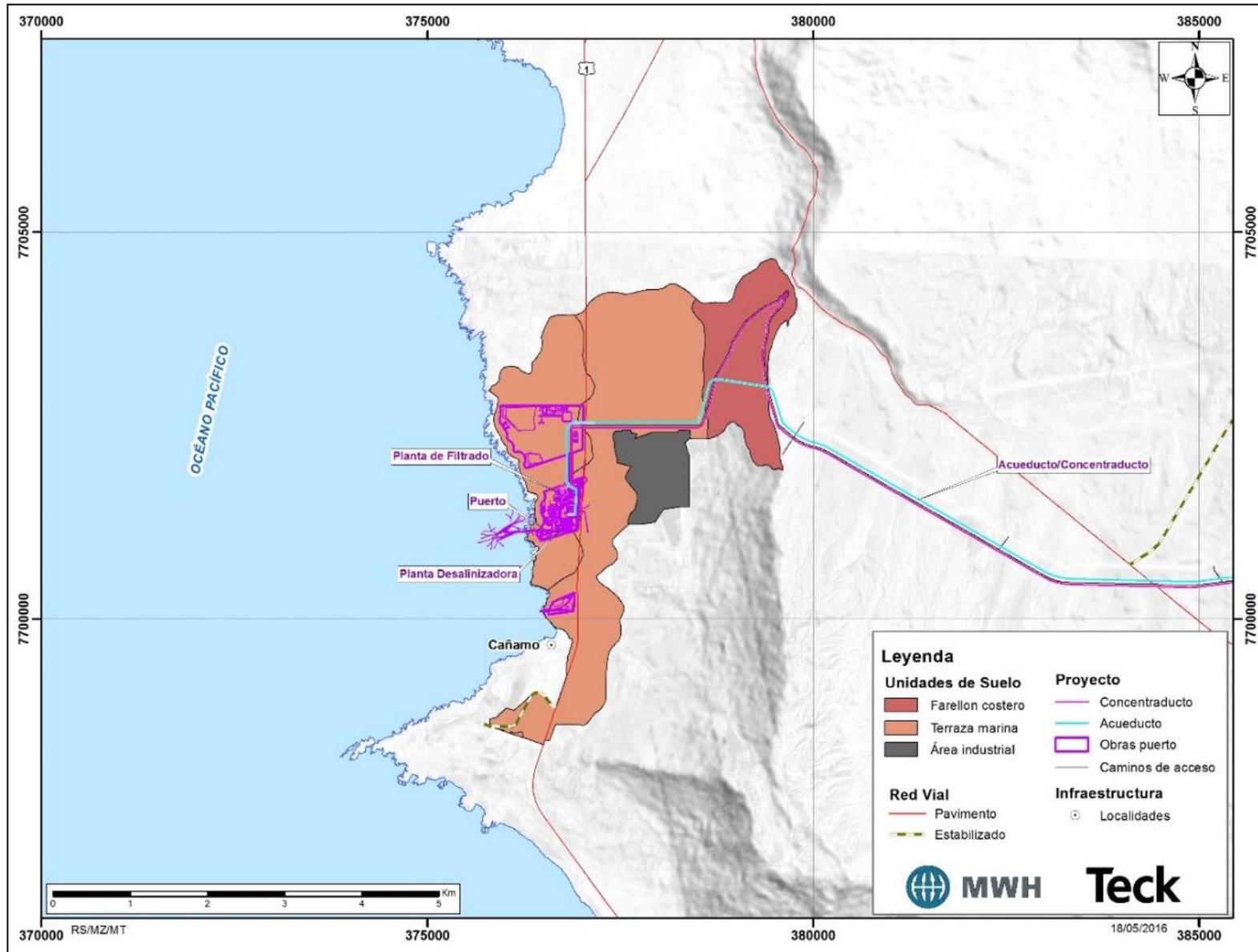
- Área Puerto:

Se caracteriza por presentar zonas de lomajes suaves y sectores de arenales. La unidad Terraza Marina se proyecta hasta el inicio del Farellón costero y se caracteriza por presentar una capa superficial textural arenosa, con presencia de restos de fragmentos marinos (coquinas). En general, presenta una capa superficial de poco espesor sobre horizontes de roca. Presenta un pH de 5,5 considerándose como un suelo fuertemente ácido. En relación a los contenidos de elementos totales y disponibles en el suelo, se observa que la unidad Terraza Marina presenta valores considerados normales para el tipo de suelo, clima y nula vegetación en la zona. Esta unidad no constituye un componente singular o amenazado, ya que se encuentra representado abundantemente en amplias zonas fuera del área de emplazamiento del Proyecto.

Respecto a la unidad Farellón Costero, su rasgo principal es la presencia de un horizonte bajo los 60 cm de color blanco, constituido por sales no cristalizadas de yeso. El desarrollo pedogenético es escaso.

Adicionalmente, considerando la interacción con otros componentes como soporte para la vida silvestre, para la Línea de Base de los componentes del Medio Biológico no fue relevante, ya que no se registran hábitats importantes para la fauna, y no se registró flora ni vegetación, y tampoco se registraron especies de flora no vascular.

Figura 4-47. Distribución de unidades de suelo, Área Puerto.



En consecuencia, y considerando lo descrito en el Capítulo 3.2.5 Línea de Base de Suelos, es posible establecer que la mayoría de los suelos en el área de influencia del componente Suelos, no entregan servicios ambientales, debido a sus limitantes naturales y el clima desértico, lo que es validado por la inexistencia de vegetación y fauna en grandes extensiones del área de influencia. En este sentido, los suelos localizados en las áreas Puerto, Pampa y gran parte del Área Obras Lineales, carecen de características que permitan el sustento de biodiversidad y otros servicios ecosistémicos relevantes. Además, en estas áreas del Proyecto los suelos presentan una gran homogeneidad en sus propiedades (suelos caracterizados por su escaso desarrollo pedogenético) y amplia representación en el desierto de la región de Tarapacá.

En virtud de los antecedentes presentados, es posible señalar que no se presentarán impactos ambientales, en términos de cantidad y calidad del recurso suelo en las áreas Puerto, Pampa y gran parte del Área Obras Lineales, por cuanto los suelos reconocidos en su totalidad presentan un escaso desarrollo pedogenético que permita otorgarles una valoración o aptitud agrológica o ecológica, ya que presentan limitantes o atributos críticos (clases texturales extremas, contenidos de sales elevados, pedregosidad superficial y en profundidad abundante, horizontes endurecidos, nivel freático a baja profundidad o superficial, escasa profundidad de suelo y niveles de pH extremos), los cuales en definitiva determinan que en estos suelos no se generen impactos.

La excepción, corresponde a sectores específicos del Área Mina y Obras Lineales, donde se observan suelos con ciertas capacidades para sustentar vegetación y que por lo tanto presentan una relevancia ambiental. En este sentido se identifica el impacto “SU-1: Pérdida de Suelos Hidromórficos en Vegas y Bofedales” localizado en el Área Mina (quebrada Agua del Mote, Llaretta, Blanca y quebrada Ciénaga Grande) y en un sector específico del Área Obras Lineales (sector Variante A-97B), producto de la afectación de estos suelos que, por una parte, son sustento de biodiversidad y, por otra, presentan características singulares para el Altiplano de la región de Tarapacá. La ubicación de los suelos hidromórficos sujetos a la evaluación de impactos se muestran en el Plano 4.2-5.

c) Calificación del Impacto

c.1) Impacto SU-1 “Pérdida de suelos hidromórficos en Vegas y Bofedales”

Tal como se indicó precedentemente, la evaluación de impactos sobre el recurso natural suelo, se realiza considerando las etapas de construcción y operación de manera conjunta, es decir, evaluando la configuración final de las obras.

Considerando los antecedentes previamente presentados y los resultados de la Línea de Base Ambiental, el presente impacto se califica de la siguiente forma:

Carácter (C): Este impacto es considerado de carácter **Negativo** (-1) para el Área Mina y el sector asociado a la Variante A-97B del Área Obras Lineales, ya que las actividades de la fase de Construcción y Operación del Proyecto implicarán necesariamente la ocupación de nuevas áreas con presencia de suelos hidromórficos.

Probabilidad de Ocurrencia (PO): La probabilidad de ocurrencia de este impacto es **Cierta** (1) para el Área Mina y Obras Lineales (Variante A-97B), ya que por la tipología de sus obras, necesariamente implicará la ocupación de áreas que presentan suelos hidromórficos.

Intensidad (I): La intensidad de este impacto se considera como **Mediana** (0,4) en su grado medio para el Área Mina, mientras que para sector de la Variante A-97B del Área Obras Lineales, se estima como **Mediana** (0,5) en su grado máximo.

El grado de perturbación ha sido calificado como **Fuerte**, para ambas áreas (Mina y Obras Lineales) en consonancia a la magnitud de las obras que implicarán la pérdida de suelos que sustentan vegas y bofedales.

Respecto al valor ambiental, en el Área Mina se considera como **Bajo**, producto que parte de los suelos que sustentan las vegas y bofedales se encuentran actualmente con un grado de degradación importante (degradación química principalmente) por estar insertas al interior del área de la operación actual de la mina. En tanto, para el sector de la Variante A-97B el valor ambiental se estima como **Mediano** debido a que los suelos hidromórficos que serán afectados no presentan degradación, no obstante, desde el punto de vista del recurso suelo no poseen una funcionalidad ecosistémica importante, dada su escasa superficie.

Tabla 4-128. Calificación Intensidad Impacto SU-1 Área Mina.

Grado de Perturbación	Valor Ambiental (VA)			
	Muy Alto (4)	Alto (3)	Mediano (2)	Bajo (1)
Muy Fuerte (4)	Muy Alta (4)	Muy Alta (4)	Alta (3)	Mediana (2)
Fuerte (3)	Muy Alta (4)	Alta (3)	Mediana (2)	Mediana (2)
Medio (2)	Alta (3)	Mediana (2)	Mediana (2)	Baja (1)
Suave (1)	Mediana (2)	Mediana (2)	Baja (1)	Baja (1)

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 4-129. Calificación Intensidad Impacto SU-1 Área Obras Lineales (Sector Variante A-97B).

Grado de Perturbación	Valor Ambiental (VA)			
	Muy Alto (4)	Alto (3)	Mediano (2)	Bajo (1)
Muy Fuerte (4)	Muy Alta (4)	Muy Alta (4)	Alta (3)	Mediana (2)
Fuerte (3)	Muy Alta (4)	Alta (3)	Mediana (2)	Mediana (2)
Medio (2)	Alta (3)	Mediana (2)	Mediana (2)	Baja (1)
Suave (1)	Mediana (2)	Mediana (2)	Baja (1)	Baja (1)

Fuente: Elaboración Propia.

Extensión (E): La extensión de este impacto se estima como **Local** (0,4) en su grado mínimo para el Área Mina, ya que se intervendrán 2,59 ha de suelos hidromórficos, y para el sector de la Variante A-97B se considera como **Puntual** (0,1) en su grado mínimo, ya que los impactos se manifestarán en una superficie muy acotada (0,17 ha).

Duración (Du): La duración se considera como **Permanente** en su grado máximo (1), tanto para el Área Mina, como para el sector donde se intervendrán suelos hidromórficos en la Variante A-97B, ya que los efectos en ambos sectores se mantendrán de manera permanente en el tiempo.

Desarrollo (De): El desarrollo del impacto ha sido calificado como **Medio** (0,5) para el Área Mina, por cuanto la ocupación de las superficies con suelos hidromórficos se efectuará en la medida en que crezcan los botaderos (fase de Operación). En tanto, para el Área Obras Lineales, sector Variante A-97B, se estima que el desarrollo será **Rápido** (0,8) dado que la construcción de la Variante A-97 se desarrollará durante el primer año de construcción.

Reversibilidad (Re): Para ambos sectores el impacto se considera como **Irreversible** (1), dado que las obras que ocuparán suelos hidromórficos serán permanentes, por lo que el impacto no podrá ser revertido en el tiempo.

Tabla 4-130. Matriz de Calificación Impacto SU-1 Construcción y Operación Área Mina y Obras Lineales.

Fase	Impacto	Código	Área	C	PO	I	E	Du	De	Re	CAI
Construcción y operación	Pérdida de suelos hidromórficos en vegas y bofedales	SU-1	Mina	-1	1	0,4	0,4	1	0,5	1	-0,66
			Obras Lineales (Variante A-97B)	-1	1	0,5	0,1	1	0,8	1	-0,68

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a lo anterior, el impacto SU-1 “Pérdida de suelos hidromórficos en vegas y bofedales”, para el Área Mina presenta un valor de CAI igual a -0,66 y para el Área Obras Lineales (sector Variante A-97B) presenta un valor de -0,68.

d) Jerarquización del Impacto

d.1) Impacto SU-1 “Perdida de suelo hidromórficos en vegas y bofedales”

Según el valor obtenido en la Calificación Ambiental del Impacto SU-1 “Pérdida de suelos hidromórficos en vegas y bofedales”, para el Área Mina y para el Área Obras Lineales (Sector Variante A-97B) se jerarquiza como **Negativo Medio**.

4.3.3.2.5 Vibraciones

a) Síntesis Línea de Base y Valor Ambiental del Componente

La predicción y evaluación de impactos del componente ambiental Vibraciones se relacionó con la ubicación de los receptores sensibles humanos (asentamientos humanos y sitios de descanso de trabajadores), sitios de interés social (turístico o cultural), y sitios de interés arqueológico, que pudieran verse afectados por el aumento de niveles de vibraciones generados por las distintas fases del Proyecto (en su condición más desfavorable), considerando los niveles de vibraciones (VdB y mm/s) que presentan en su condición sin Proyecto.

El área de influencia (AI) del componente Vibraciones se estableció considerando la relación directa entre las fuentes generadoras de vibraciones y los receptores sensibles que se disponen en el entorno de las obras del Proyecto. Para fines de la Línea Base del componente, se ha establecido la división del AI en cuatro áreas del Proyecto denominadas: Área Mina, Área Obras Lineales, Área Pampa y Área Puerto. Estas áreas consideran sectores definidos y caracterizados por un total de 25 puntos de medición de vibraciones (Figura 4-48). Estos puntos han sido definidos ya que cumplen con alguno de los siguientes criterios: población cercana al Proyecto, sectores de interés turístico-cultural y sectores de interés arqueológico.

Las mediciones de vibraciones se realizaron según las normativas que se presentan a continuación:

La normativa FTA-VA-90-1003-06 “Transit Noise and Vibration Impact Assessment” de la Administración Federal de Tránsito (FTA) de los Estados Unidos, que entrega criterios de evaluación de los niveles de ruido y vibraciones asociados al tránsito vehicular y ferroviario superficial o subterráneo. En el caso de evaluación de vibraciones, la norma FTA está indicada para evaluar efectos sobre las personas, de vibraciones continuas y transientes; así como también el efecto sobre las estructuras.

La norma específica dos tipos de impacto. El primero hace referencia al criterio de molestia (relacionado con los niveles de vibración transmitidos por el suelo cuya influencia y percepción puedan generar “molestia” en la población receptora) y el segundo al criterio de daño.

Para realizar las mediciones de vibraciones, en aquellos puntos receptores de interés arqueológico, el criterio normativo utilizado es el CALTRANS 2002 (California Department of Transportation, USA), basado en el documento técnico “Technical Advisory, Vibration TAV-02-01-R9601” del Departamento de Tránsito de California, Estados Unidos. El criterio de Caltrans presenta valores de vibración para vibración continua y la probable reacción de las personas y el efecto sobre los edificios.

En base a dichas consideraciones, a continuación se presenta en la Tabla 4-131 la ubicación y descripción de los puntos de medición de valores basales.

Tabla 4-131. Descripción de los Puntos de Medición de Niveles Basales de Vibraciones.

Área	Punto	Nombre	Ubicación y descripción	Coordenadas UTM WGS84	
				Norte	Este
Mina	H-1	Quebrada de Chiclla	Costado de camino de tierra, rodeado de cerros. Presencia de pircas, curso de agua y vegetación de pequeña altura.	7.674.765	527.176
Mina	H-2	Choja	2 construcciones de material ligero de un piso. Al borde de la quebrada (sector Choja).	7.671.483	512.412
Mina	H-3	Copaquiri	Construcciones de 1 piso de material ligero, rodeado de cerros con vegetación de mediana altura. Presencia de llamas.	7.685.567	511.353
Mina	H-4	Campamento Tambo Tarapacá	Exterior de Pabellón 1, frente al casino del Campamento Tambo-Tarapacá.	7.678.915	523.678
Mina	H-5	Campamento Original	Frontis del Campamento Original.	7.677.143	521.356
Mina	H-6	Campamento Concentradora	Lugar plano con vegetación de pequeña altura.	7.678.162	517.205
Obras Lineales	H-7	Campamento Ductos N°1	Camino de tierra, sector con líneas de transmisión. No hay construcciones en el sector.	7.699.086	411.332
Obras Lineales	S-1	Salar de Bellavista	Camino de tierra, cercano a Líneas de Transmisión y Subestación eléctrica Lagunas.	7.696.568	434.880
Obras Lineales	H-8	Ex Oficina Victoria	Sector ex oficina Victoria, al costado de Ruta 5.	7.706.135	431.432
Obras Lineales	H-9	Colonia Pintados	Lugar cercano a Escuela Básica "Oasis en el Desierto", casas de 1 piso y camino de tierra. A 2,8 Km. de ruta A-75 y a 4,3 Km aproximados de Ruta 5.	7.718.270	440.418
Obras Lineales	H-10	Pozo Almonte	Frente a Estadio Comunal. A un costado de Ruta 5.	7.760.224	417.948
Obras Lineales	S-2	Oficina Humberstone	Ex Oficinas salitreras, museo abierto al público. A un costado de Ruta A-16.	7.765.088	416.777
Obras Lineales	H-11	Campamento Ductos N°2	Cercano a Quebrada de Pintados, 1,5Km al sur de Ruta A-855. Camino de tierra sin vegetación.	7.678.583	476.753
Obras Lineales	S-3	Mirador 2	A 150 m al sur de la Ruta A-855. Sector sin mayores irregularidades.	7.678.649	469.985

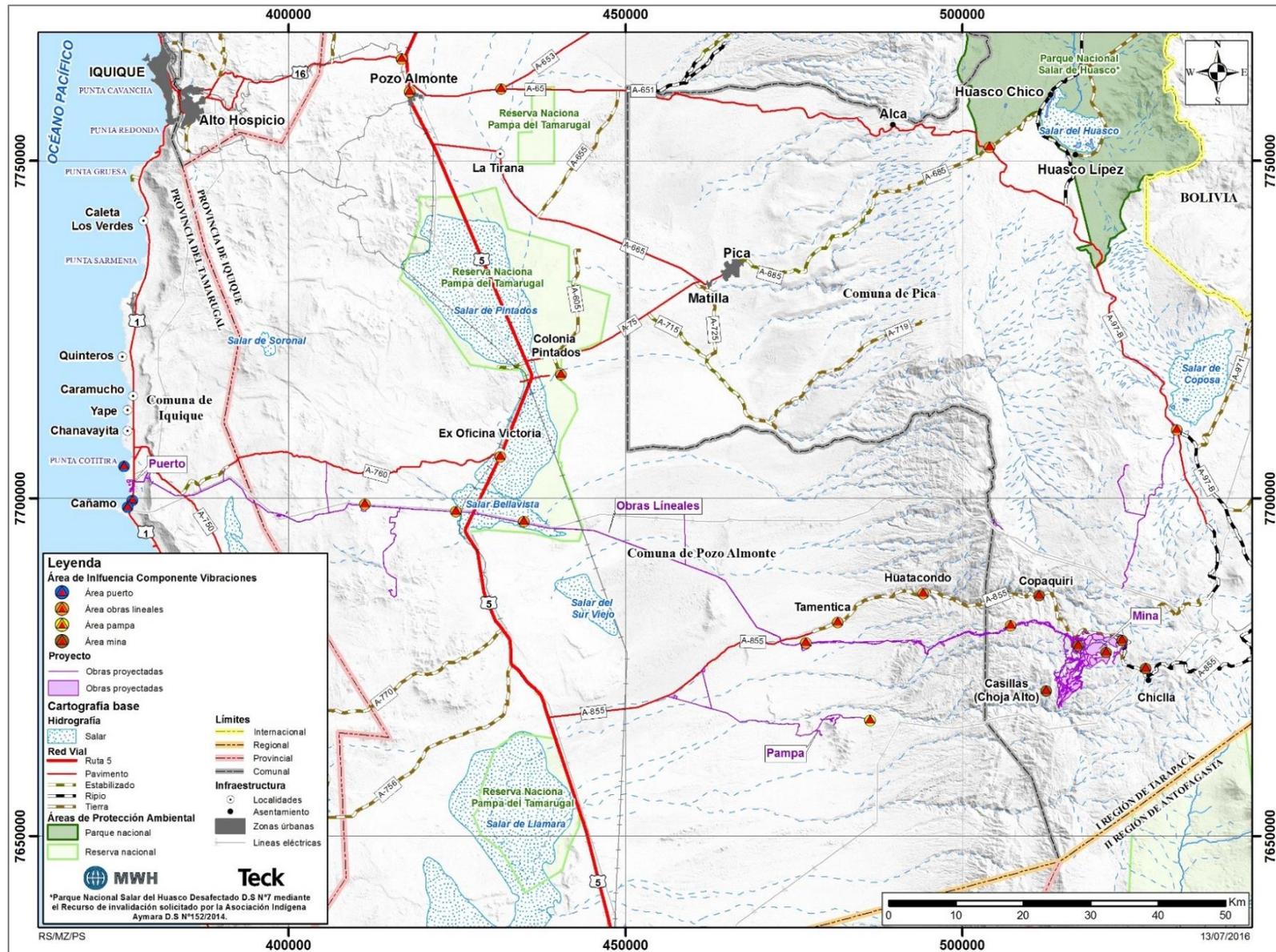
Área	Punto	Nombre	Ubicación y descripción	Coordenadas UTM WGS84	
				Norte	Este
Obras Lineales	H-12	Poblado Tamentica	Hacienda de Sra. Sandra Vicentello, pequeño oasis con árboles de mediana altura. Cercano a ruta A-855.	7.681.584	481.514
Obras Lineales	H-13	Poblado Huatacondo	Sector de Huatacondo, poblado de 100 casas aproximadamente, 60 Km al Este de Ruta 5. Rodeado de cerros y vegetación de gran altura.	7.685.858	494.188
Obras Lineales	H-14	Camino a Mamiña (Ruta A-65)	Camino a Mamiña, ruta de asfalto. En bifurcación de caminos hacia Collahuasi y Mamiña. A 50 m hay un local de comida.	7.760.644	431.549
Obras Lineales	S-4	Espacio Ritual Mama Apacheta	Cruce Ruta A-685 con A-65. En el lugar hay un "Mama Apacheta", espacio ritual del pueblo Aymara.	7.751.957	504.048
Obras Lineales	H-15	Retén de Carabineros	Retén de Carabineros Tenencia Ujina. A 8 m de Ruta A-687. Cercano a acceso norte a Collahuasi.	7.710.119	531.798
Obras Lineales	A-1	Sitio Arqueológico PQB2_038	Sitio eriazo, cercano a torres de tensión y aproximadamente a 2 km de Ruta 5. Existen construcciones abandonadas.	7.698.019	424.802
Obras Lineales	A-2	Sitio Arqueológico PQB2_197	Aproximadamente a 3 m de formación rocosa y a 10 m de camino de tierra. Terreno rocoso en altura con vegetación de pequeña altura.	7.681.109	507.175
Pampa	H-16	Campamento Pampa	Camino de tierra que lleva a mina Lorena.	7.667.113	486.302
Puerto	H-17	Caleta Patillos	Límite sur sector caleta. Construcción de un piso, en límite sur de sector de acopio de sal. A 1,4 Km. de Ruta 1.	7.704.739	375.563
Puerto	H-18	Cáñamo	A 150 m aproximadamente de Ruta 1. Conjunto de casas de 1 piso de material ligero.	7.699.686	376.815
Puerto	H-19	Punta Patache	Frente a oficinas de Caleta Patache, a 500 m aproximadamente de ruta A-1.	7.698.662	376.128

Fuente: Elaboración Propia.

Dónde:

- **H** puntos de interés por asentamiento humano
- **S** puntos sensibles con carácter social (turístico o cultural)
- **A** puntos de interés arqueológico

Figura 4-48. Puntos de Medición de Vibraciones.



Los resultados se clasifican en dos grupos, uno donde el receptor sensible es el ser humano y otro donde el sujeto de protección es el sitio arqueológico. Según esta clasificación los niveles de vibración se presentan en distintos parámetros:

- Nivel de vibración (Lv): se ha utilizado el nivel de vibración, expresado en [VdB], para aquellos puntos donde el potencial receptor es el ser humano (H), en aquellos casos en que existan asentamientos humanos o cuando su presencia sea de carácter social (S), por fines turísticos o culturales.
- Valor de velocidad peak (PPV): se ha utilizado la velocidad peak de vibración, expresado en [mm/s], para aquellos puntos de interés arqueológico (A) y que tengan carácter social (S), debido a la presencia de lugares que identifiquen el patrimonio cultural.

Los resultados de las mediciones de vibraciones se presentan en la Tabla 4-132 y Tabla 4-133.

El objetivo de agrupar los resultados obtenidos en dos tablas diferentes, es que la normativa a utilizar para la posterior evaluación de los puntos receptores de vibraciones será distinta, cuando el análisis corresponde al receptor sensible humano, se utilizará la norma FTA y cuando el receptor corresponde a una estructura sensible o un sitio arqueológico, se evalúa con el Criterio Caltrans.

Tabla 4-132. Resultados de las Mediciones Basales de Vibraciones - Interés Humano y Social.

Área	Punto	Nombre	Fuentes de vibraciones	Medición Diurna		Medición Nocturna	
				VVP basal [mm/s]	Lv basal [VdB]	VVP basal [mm/s]	Lv basal [VdB]
Mina	H-1	Quebrada de Chiclla	Faenas mineras	0,021	58,3	0,019	57,5
Mina	H-2	Choja	No se registran fuentes	0,012	53,5	0,008	50,0
Mina	H-3	Copaquiri	Curso de agua, Generador	0,009	51,0	0,011	52,7
Mina	H-4	Campamento Tambo Tarapacá	Ventilación y generadores del casino, movimiento de vehículos en estacionamiento	0,032	62,0	0,030	61,4
Mina	H-5	Campamento Original	Faenas mineras, flujo de vehículos	0,021	58,3	0,020	57,9
Mina	H-6	Campamento Concentradora	No hay fuentes de vibraciones	0,012	53,5	0,011	52,7
Obras Lineales	H-7	Campamento Ductos N°1	Línea de transmisión eléctrica	0,011	52,7	0,013	54,2
Obras Lineales	S-1	Salar de Bellavista	Línea de transmisión eléctrica	0,010	51,9	0,009	51,0
Obras Lineales	H-8	Ex Oficina Victoria	Flujo vehicular principalmente de vehículos pesados	0,024	59,5	0,019	57,5
Obras Lineales	H-9	Colonia Pintados	Flujo de vehículos ocasionales	0,017	56,5	0,011	52,7
Obras Lineales	H-10	Pozo Almonte	Flujo de vehículos	0,014	54,8	0,015	55,4
Obras Lineales	H-11	Campamento Ductos N°2	Flujo vehicular lejano	0,020	57,9	0,017	56,5
Obras Lineales	S-2	Oficina Humberstone	Flujo de vehículos	0,015	55,4	0,012	53,5
Obras Lineales	S-3	Mirador 2	No hay fuentes de vibraciones	0,012	53,5	0,010	51,9

Área	Punto	Nombre	Fuentes de vibraciones	Medición Diurna		Medición Nocturna	
				VVP basal [mm/s]	Lv basal [VdB]	VVP basal [mm/s]	Lv basal [VdB]
Obras Lineales	H-12	Poblado Tamentica	Curso de agua	0,016	56,0	0,014	54,8
Obras Lineales	H-13	Poblado Huatacondo	Curso de agua	0,017	56,5	0,019	57,5
Obras Lineales	H-14	Camino a Mamiña (Ruta A-65)	Flujo de vehículos	0,018	57,0	0,019	57,5
Obras Lineales	S-4	Espacio Ritual Mama Apacheta	Bajo flujo vehicular principalmente de vehículos pesados.	0,019	57,5	0,021	58,3
Obras Lineales	H-15	Retén de Carabineros	Tránsito vehicular, vehículos pesados y livianos.	0,024	59,5	0,019	57,5
Pampa	H-16	Campamento Pampa	Flujo de vehículos. Actividades campamento	0,023	59,1	0,019	57,5
Puerto	H-17	Caleta Patillos	Flujo de camiones esporádicos	0,024	59,5	0,021	58,3
Puerto	H-18	Cáñamo	Motores de instalaciones portuarias, tránsito de camiones	0,026	60,2	0,019	57,5
Puerto	H-19	Punta Patache	Flujo de camiones, golpes metálicos en talleres	0,025	59,9	0,017	56,5

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 4-133. Resultados de las Mediciones Basales de Vibraciones - Interés Arqueológico y Social.

Área	Punto	Nombre	Fuentes de vibraciones	Medición Diurna		Medición Nocturna	
				VVP basal [mm/s]	PPV basal [mm/s]	VVP basal [mm/s]	PPV basal [mm/s]
Obras Lineales	S-2	Oficina Humberstone	Flujo de vehículos	0,015	0,021	0,012	0,017
Obras Lineales	S-4	Espacio Ritual Mama Apacheta	Bajo flujo vehicular principalmente de vehículos pesados.	0,019	0,027	0,021	0,030
Obras Lineales	A-1	Sitio Arqueológico PQB2_038	No hay fuentes de vibraciones	0,015	0,021	0,013	0,018
Obras Lineales	A-2	Sitio Arqueológico PQB2_197	No hay fuentes de vibraciones	0,017	0,024	0,016	0,023

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación, se presenta el análisis de los resultados basales de vibraciones para los puntos de interés Humano, Social y puntos de interés arqueológico, en las cuatro áreas definidas en el área de influencia del Proyecto.

- Punto de Interés Humano
 - Área Mina

El punto de monitoreo con mayor nivel de vibraciones en el área Mina corresponde a H-4 (Campamento Tambo Tarapacá) con Niveles de Velocidad de Vibración Lv que fluctúan entre los 62 [VdB] durante el periodo diurno y 61,4 [VdB] durante el periodo nocturno.

Es importante destacar que el punto receptor H-1 (Quebrada de Chiclla), es representativo de la faena minera de Quebrada Blanca. En este punto los Niveles de Velocidad de Vibración Lv fluctúan entre los 58,3 [VdB] diurno y 57,5 [VdB] nocturno

- Obras Lineales

El punto de monitoreo H-8 (Ex Oficina Victoria), es representativo del impacto producido por el tránsito vehicular de vehículos pesados. En este punto los Niveles de Velocidad de Vibración Lv fluctúan entre los 59,1 [VdB] durante el periodo diurno y 57,5 [VdB] durante el periodo nocturno.

- Área Pampa

El punto de monitoreo en el área Pampa H-16 (Campamento Pampa), es representativo de las actividades propias de un campamento y el flujo de vehículos. En este punto los Niveles de Velocidad de Vibración Lv fluctúan entre los 59,5 [VdB] durante el periodo diurno y 57,5 [VdB] durante el periodo nocturno.

- Área Puerto

Los niveles de vibración ambiental en Caleta Patillos, Cáñamo y Punta Patache, fluctúan alrededor de los 60 [VdB] durante el periodo diurno, y en la noche Niveles de Velocidad de Vibración Lv fluctúan entre 56,5 y 58,3 [VdB]. Este resultado tiene relación con la cantidad de fuentes de vibraciones que se observan en este sector: flujo de camiones, actividades en talleres cercanos, actividades portuarias cercanas.

- Punto de Interés Arqueológico y Patrimonial

De los puntos de monitoreo considerados en la Línea de Base, se obtuvo lo siguiente:

El punto de monitoreo S-2 (Oficina Humberstone, ruinas patrimoniales de la antigua oficina salitrera), se registró una velocidad peak de partícula PPV que fluctúa entre los 0,021 [mm/s] durante el periodo diurno y 0,017 [mm/s] durante el periodo nocturno.

El punto de monitoreo S-4 (espacio ritual construido de piedras del pueblo Aymara denominado "Mama Apacheta"), se registró una velocidad peak de partícula PPV que fluctúa entre los 0,027 [mm/s] durante el periodo diurno y 0,030 [mm/s] durante el periodo nocturno.

Por otro lado, los puntos de monitoreo A-1 (Sitio Arqueológico PQB2_038) y A-2 (Sitio Arqueológico PQB2_197), no presentan fuentes de vibraciones, y los valores de velocidad peak de partícula PPV fluctúan entre los 0,021-0,027 [mm/s] en periodo diurno y los 0,018-0,030 [mm/s] en periodo nocturno.

Para mayor información revisar el acápite 3.2.6 "Vibraciones" del Capítulo 3 "Línea de Base".

b) Identificación del Impacto

La predicción y evaluación de impactos se relaciona directamente con los niveles de vibraciones que generará el Proyecto en sus fases de Construcción, Operación y Cierre y la presencia de receptores sensibles (H, S y A) potencialmente afectados por dichas emisiones.

En Anexo 4.2-5, se presenta el Informe de Modelación de Vibraciones, el cual tiene como objetivo modelar las distintas actividades del Proyecto en los puntos receptores identificados, para finalmente evaluar el impacto de las vibraciones ambientales según el estándar internacional FTA-VA-90-1003-06, Criterio Caltrans y criterio USBM RI 8507. Las actividades evaluadas en el presente estudio corresponden a máquinas, equipos y tronaduras, en las etapas de construcción, operación y cierre del Proyecto.

Respecto a los puntos de evaluación, estos son básicamente los mismos definidos para la Línea de Base Vibraciones (Tabla 4-131), de los cuales 23 son considerados para el receptor humano-social (H y S) y otros 4 son considerados para evaluar el receptor sensible arqueología-social (A y S), los que han sido sistematizados de acuerdo a las áreas del Proyecto (Mina, Obras Lineales, Pampa y Puerto).

Cabe señalar que los puntos establecidos representan el lugar donde se evalúa la peor condición, es decir, su ubicación es la más expuesta a los niveles de vibraciones que generará el Proyecto.

Es preciso hacer notar que en el presente estudio no se identifican como receptores sensibles aquellos puntos de interés de fauna, ya que no se ha encontrado en la bibliografía nacional e internacional un criterio aplicable y comparable para el componente vibraciones.

- Límites Máximos Permisibles:

Los límites máximos permisibles contemplados para realizar la evaluación de impactos se han establecido según el tipo de receptor y la fuente de vibraciones evaluada. A continuación se describen brevemente los criterios normativos utilizados:

▪ FTA-VA-90-1003-06 “Transit Noise and Vibration Impact Assessment”

La normativa FTA-VA-90-1003-06 “Transit Noise and Vibration Impact Assessment” de la Administración Federal de Tránsito (FTA) de los Estados Unidos, entrega criterios de evaluación de los niveles de vibraciones asociados al tránsito vehicular y ferroviario, superficial o subterráneo, y también actividades de construcción.

El criterio de “molestia”, está relacionado con los niveles de vibración transmitidos por el suelo, cuya influencia y percepción puedan generar “molestia” en la población receptora. El parámetro de evaluación es el Nivel de Velocidad de Vibración (Lv) expresado en decibeles de vibración (VdB) con referencia 1 μ pulg/s. Este parámetro utiliza como variable de entrada la velocidad de vibración RMS porque ha mostrado una mejor correlación respecto a la sensibilidad de la vibración en el cuerpo humano.

En general, el umbral de perceptibilidad humana de Niveles de Velocidad de Vibración es **65 VdB**. El criterio de molestia a su vez se subdivide en un criterio “General” y un “Análisis Detallado”. En este caso, solo se utilizará el Criterio de Estimación General, que está indicado para evaluar la molestia sobre las personas.

Los indicadores de evaluación para el criterio de molestia “General”, se presentan en la Tabla 4-134 y se establecen diferentes límites según tipos de usos de suelo, los cuales se clasifican en: altamente sensibles, residencial e institucional.

Tabla 4-134. Criterio de Vibración para Estimación General según criterio FTA.

Categoría uso de suelo	Nivel de impacto de vibraciones [Lv] VdB Ref: 1 μ pulg/s)		
	Eventos frecuentes	Eventos ocasionales	Eventos infrecuentes
Categoría 1: Edificios donde son esenciales bajos ambientes de vibración para operaciones internas (Instrumental hospitalario, laboratorios de investigación, etc)	65 VdB	65 VdB	65 VdB
Categoría 2: Residencias o edificaciones donde normalmente duerme gente.	72 VdB	75 VdB	80 VdB
Categoría 3: Usos de suelo institucionales prioritariamente diurno (Escuelas, Iglesias, etc)	75 VdB	78 VdB	83 VdB
Notas:			
1. “Eventos frecuentes” se define como los eventos que ocurren más de 70 eventos/día.			
2. “Eventos ocasionales” se definen entre 30 y 70 eventos/día.			
3. “Eventos infrecuentes” se definen como eventos con una ocurrencia menor a 30 eventos/día.			
4. Este criterio está basado en niveles límites que son aceptables para equipamientos moderadamente sensibles como microscopios ópticos. Edificaciones manufactureras sensibles a la vibración deberán ser evaluadas con un análisis más detallado de niveles. Asegurar bajos niveles de vibraciones dentro de la misma edificación requiere un diseño especial de sistemas de ventilación y extracción.			

Fuente: FTA 2 “Transit Noise and Vibration Impact Assessment” Tabla 8-1.

- Criterio CALTRANS 2002 (California Department of Transportation, USA)

Este criterio se basa en el documento técnico “Technical Advisory, Vibration TAV-02-01-R9601” del Departamento de Tránsito de California, Estados Unidos. Se ha seleccionado este criterio, debido a que entrega un límite máximo para ruinas y monumentos ancestrales.

El criterio de Caltrans presenta valores de vibración para vibración continua y la probable reacción de las personas y el efecto sobre los edificios. Los valores de vibración se presentan en términos del valor de velocidad peak (PPV) en mm/s, como se muestra en la Tabla 4-135.

Tabla 4-135. Criterio de Caltrans para la vibración continua causada por actividades de construcción.

Nivel de Vibración (velocidad peak de partículas)* PPV (mm/s)	Reacción humana	Efectos sobre la edificación
0,15 - 0,30	Umbral de percepción; posibilidad de intrusión	No es probable que la vibración cause daño de algún tipo
2,0	Vibración es perceptible	Nivel superior recomendado para ruinas y monumentos ancestrales
2,5	Niveles a los cuales la vibración continua comienza a disgustar a las personas	Virtualmente sin riesgo de daño arquitectónico sobre edificios normales
5,0	Vibración molesta a personas en edificios (esto concuerda con los niveles establecidos para personas paradas sobre puentes y sujetas a tiempos relativamente cortos de vibración)	Umbral al cual existe un riesgo de daño arquitectónico en casas con muros y cielos de yeso
10- 15	Vibración es considerada desagradable en personas sujetas a vibración continua e inaceptable en algunas personas caminando sobre puentes	Vibración a niveles mayores que aquellos normalmente causados por el tránsito, pero podría causar daño arquitectónico y la posibilidad de daño estructural menor

Fuente: Caltrans TAV-02-01-R9601, Tabla 2.

*El nivel de vibración está basado en la velocidad peak de partículas, en dirección vertical.

De acuerdo a la información presentada en la Tabla 4-135, se observa que el nivel superior recomendado para ruinas y monumentos ancestrales es un **PPV de 2 mm/s**.

- USBM RI 8507 del “United States Bureau of Mines”

La Oficina de Minas de Estados Unidos ha desarrollado una serie de investigaciones, entre las que se encuentra el Informe de Investigación N°8507 del año 1989: “Structure Response and Damage Produced by Ground Vibration from Surface Mine Blasting”. Es importante señalar que los valores recomendados han sido validados por la investigación actual.

La Tabla 4-136 presenta los valores de velocidad seguros, expresados en Velocidad Peak de Partícula PPV, recomendados para la vibración generada por tronaduras, para las estructuras residenciales de dos tipos: casas modernas y casas antiguas.

Estos límites se han determinado a través de análisis estadísticos de mediciones, y su posterior comprobación de los daños recibidos en estructuras (viviendas).

Tabla 4-136. Niveles seguros de Vibración producidas por Tronaduras, para estructuras de tipo residencial.

Tipo de Estructura	PPV (mm/s)	
	En frecuencia BAJA (<40 Hz)	En frecuencia ALTA (\geq 40 Hz)
Casas modernas, interior cartón-yeso	19,1	50,8
Casas antiguas, muros interiores contruidos de yeso sobre muro de listones de madera.	12,7	50,8

Fuente: USBM RI 8507, Tabla 13.

El criterio inferior de **12,7 mm/s** fue adoptado luego de un análisis que permite indicar que existe un factor de protección al daño causado por tronaduras en el 95% de los casos estudiados.

- Escenarios de Vibración:

Para el modelamiento de vibración y evaluación del potencial impacto sobre el medioambiente, se proyecta simular las fuentes de vibración en la peor condición posible, es decir, en escenarios probables de mayor cantidad de fuentes y con la localización más cercana a los potenciales puntos sensibles (receptores).

De esta forma en la Tabla 4-137, se han definido los siguientes escenarios de vibración, para las fases de construcción, operación y cierre del Proyecto:

Tabla 4-137. Escenarios Modelación de Vibración.

Fase	Área	Id Escenario	Nombre Escenario	Detalle
Construcción	Mina	Escenario CON-1	Máquinas y equipos construcción Mina	Este escenario se caracteriza principalmente por las actividades de construcción de la Planta Concentradora y Depósito de Relaves. Se ha utilizado la cantidad de fuentes que funcionarán en el mes 13 de la construcción de la Planta Concentradora, y los meses 17,20 y 22, para la construcción del Depósito de Relaves.
	Obras Lineales y Pampa	Escenario CON-2A	Construcción campamentos Obras Lineales y Pampa	Se caracteriza la fase de Construcción de los Campamentos Ductos N°1, Ductos N°2 y Pampa.
	Obras Lineales y Pampa	Escenario CON-2B	Movimiento de tierras Obras Lineales y Pampa	Considera las máquinas y equipos que intervendrán en las actividades de movimiento de tierras para O. Lineales y Pampa. Principalmente en los trabajos a desarrollar en la Variante Ruta A-97B, Obras lineales para STC y STAD, Construcción de CMRS Pampa, Cantera Pampa y Sitios de extracción de empréstitos 1 y 2.
	Obras Lineales y Pampa	Escenario CON-2C	Construcción caminos Obras Lineales y Pampa	Caracteriza las actividades de construcción del Camino Variante Ruta A-97B, caminos de accesos para STC y STAD, Cantera Pampa y Sitios de extracción de empréstitos 1 y 2. También mejoramiento de huella de acceso a las siguientes torres de comunicación: Alto Patache, Cerro Coposa, Lagunas, Quitala, cerro Pile y cerro El Maní.
	Obras Lineales y Pampa	Escenario CON-2D	Flujos vehiculares construcción Obras Lineales y Pampa	Se compone por la circulación de vehículos, pesados y livianos, por: Ruta 1, Ruta 16, Ruta 5, Ruta A-65, Ruta A-651, Ruta A-97-B, Ruta A-855, Ruta A-750, Ruta A-760, Camino Pintado y caminos internos del Proyecto.
	Puerto	Escenario CON-3A	Máquinas y equipos Construcción On-Shore	Caracteriza las actividades de movimientos de tierra masivos en área Puerto, sector Norte y Sur; además de la construcción y montaje de cañerías, concretos, estructura y equipos, en sector de la lanzadera.
	Puerto	Escenario CON-3B	Máquinas y equipos Construcción Off-Shore	Caracteriza las actividades de construcción en: Área Instalación de Faenas Principal y Secundaria, Área Lanzamiento Captación y Descarga, Área Construcción Muelle; y equipos indirectos (generales).

Fase	Área	Id Escenario	Nombre Escenario	Detalle
Operación	Mina	Escenario OP-1	Máquinas y equipos operación Mina	<p>Caracteriza la operación del Área Mina, se consideran las fuentes fijas de carácter móvil (camión tolva, cargador, bulldozer, motoniveladora, retroexcavadora, entre otras), en los diferentes sub-áreas: Mina, Rajo, Planta Concentradora, Depósito de Relave, Construcción nuevo Taller Equipos Mina, Depósito de Lodos y Depósito de Neumáticos.</p> <p>También considera las fuentes fijas, propiamente tal, aquellas que componen la Planta Concentradora (Chancador Primario, Molino SAG, compresores y bombas, entre otras) y el Depósito de Relave (estaciones de bombeo).</p> <p>En este escenario se considera el funcionamiento de los Campamentos Concentradora y Tambo Tarapacá.</p>
	Obras Lineales	Escenario OP-2A	Máquinas y equipos operación Obras Lineales	<p>Consiste en la operación del Sistema de Transporte de Concentrado (STC), y el Sistema de Transporte de Agua Desalinizada (STAD), siendo las principales fuentes de vibraciones las estaciones de bombeo.</p>
	Obras Lineales	Escenario OP-2B	Flujos vehiculares operación Obras Lineales	<p>Se compone por la circulación de vehículos, pesados y livianos, por: Ruta 1, Ruta 16, Ruta 5, Ruta A-65, Ruta A-97-B, Variante Ruta A-97-B, Ruta A-750 y Ruta A-760.</p>
	Puerto	Escenario OP-3	Máquinas y Equipos Puerto	<p>Consiste en la operación de la Planta de Filtros, Cargador de Barcos, Sala de bombas y Planta Desalinizadora.</p>
Cierre	Mina	Escenario CIE-1	Máquinas y Equipos cierre Mina	<p>Este escenario caracteriza las actividades de desmantelamiento y/o demolición de instalaciones en el Área Mina en el año 4, donde se consideran las fuentes fijas de carácter móvil (camión tolva, cargador, bulldozer, motoniveladora, retroexcavadora, entre otras) en los diferentes sectores: Mina Rajo, Concentradora, Relave, Taller Equipos Mina, y Depósito de Neumáticos.</p> <p>En este escenario se considera el desmantelamiento de los Campamentos Concentradora y Tambo Tarapacá.</p>
	Obras Lineales	Escenario CIE-2A	Máquinas y Equipos cierre Obras Lineales	<p>Se considera desmontar y desmantelar los equipos, ductos, torres de alta tensión, cableados y en general todos los elementos instalados en superficie en ésta área.</p> <p>Se considera desmantelar: el Sistema de Transporte de Concentrado (STC), el Sistema de Transporte de Agua Desalinizada (STAD), las piscinas de emergencia, entre otros.</p> <p>En este escenario tampoco se considera el funcionamiento de los Campamentos Ductos N°2 y Pampa. Se habilitará el</p>

Fase	Área	Id Escenario	Nombre Escenario	Detalle
				Campamento Ductos N°1 para la etapa de cierre, sin embargo en el año 4 no se consideran receptores sensibles en esta instalación.
	Obras Lineales	Escenario CIE-2B	Flujos vehiculares cierre Obras Lineales	Este escenario de ruido se compone por la circulación de vehículos, pesados y livianos, por las rutas que se utilizarán durante la fase de cierre del Proyecto: Ruta 1, Ruta 16, Ruta 5, By pass pozo Almonte, Ruta A-65, Ruta A-97-B, Variante Ruta A-97-B.
	Puerto	Escenario CIE-3	Máquinas y Equipos cierre Puerto	Este escenario considera las actividades de desmantelamiento y/o demolición de: Sistema de Filtración y Embarque de Concentrado, Sistema de Desalinización de Agua de Mar; Piscina de emergencia, Subestación Eléctrica, caminos internos, instalaciones de manejo de aguas, entre otras.
Construcción (Tronaduras)	Mina	Escenario TR-CON-M	Tronaduras en Área Mina	Este escenario se caracteriza por 10 tronaduras en distintos sectores del área Mina, durante su etapa de construcción.
	Obras Lineales	Escenario TR-CON-OL	Tronaduras Obras Lineales	Se caracteriza por 12 zonas de tronaduras a lo largo del trazado del concentrado y acueducto, durante la fase de construcción. Se estiman 45 perforaciones por tronadura y un número de 300 tronaduras por año.
	Pampa	Escenario TR-CON-PA	Tronaduras en Área Pampa	Se caracteriza por una tronadura en la Cantera Pampa, en donde el 100% del movimiento de tierra será mediante el uso de explosivos.
	Puerto	Escenario TR-CON-PU	Tronaduras en Área Puerto	Se caracteriza una tronadura en el Área Puerto: sector sur y lanzadera.
Operación	Mina	Escenario TR-OP- M	Tronaduras en Área Mina	Este escenario se caracteriza por una (1) tronadura en el Rajo Mina.

Fuente: Elaboración Propia.

Respecto a la evaluación del cumplimiento normativo para los diferentes escenarios de vibraciones considerados en el Proyecto, a continuación se presenta una síntesis de los resultados de la Modelación (Anexo 4.2.5).

- Evaluación normativa máquinas y equipos fase de Construcción

De acuerdo al modelo de predicción de vibraciones en los puntos sensibles para los escenarios de construcción modelados (Área Mina, Obras Lineales, Pampa y Puerto), la comparación con los valores normados demuestran que ninguno de los puntos evaluados se proyectan niveles de vibraciones L_v mayores a 65 VdB, que es el límite máximo utilizado en la presente evaluación, bajo la normativa FTA-VA-90-1003-06.

Los mayores niveles de vibraciones están asociados a los puntos que se encuentran más cercanos a las fuentes. En este sentido, destaca el Punto H-6 Campamento Concentradora donde la proximidad a las fuentes de vibración (máquinas y equipos) arrojan un nivel de vibraciones de 51VdB sobre este punto.

- Evaluación normativa máquinas y equipos fase de Operación

De acuerdo al modelo de predicción de vibraciones en los puntos sensibles para los escenarios de operación modelados (Área Mina, Obras Lineales, Pampa y Puerto), la comparación con los valores normados demuestran que ninguno de los puntos evaluados se proyectan niveles de vibraciones L_v mayores a 65 VdB, que es el límite máximo utilizado en la presente evaluación, bajo la normativa FTA-VA-90-1003-06.

Los mayores niveles se mantienen en el Punto H-6 (51 VdB) debido a mayor potencia de los equipos de la Planta Concentradora y mayor número de fuentes.

- Evaluación normativa vibración por tronaduras fase de Construcción

De acuerdo al modelo de predicción de vibraciones, los valores proyectados de Velocidad peak de partícula (PPV) para los escenarios de tronaduras del Proyecto la fase de construcción, en ninguno de los puntos receptores sensibles a las vibraciones ambientales, se superará el nivel límite de 12 mm/s establecido para casas antiguas⁵².

En el caso de los puntos asociados a sitios arqueológicos cercanos al Proyecto, las tronaduras más cercanas se localizarán a más de 2 km de distancia y según los cálculos presentados en la modelación (Anexo 4.2.5), la distancia de cumplimiento de la normativa USBM RI 8507 es de 364 metros.

⁵² La norma USBM no diferencia como "tipo de estructura" las ruinas o monumentos. Sólo el criterio Caltrans incluye esta categoría de edificación más sensible, sin embargo Caltrans se usa para vibraciones continuas, y no es una norma específica para tronaduras.

- Evaluación normativa vibración tronaduras fase de Operación

En la mayoría de los puntos receptores evaluados, los niveles de PPV son cercanos a cero. Es decir, hay una nula inmisión de las vibraciones producidas por las tronaduras en el escenario de Operación Mina, donde se ha considerado una tronadura diaria en el Rajo.

Por lo tanto, se concluye que este escenario cumple con el criterio de PPV 12,7 (mm/s) según lo establecido por la norma USBM RI 8507.

- Evaluación normativa vibración flujo vehicular etapa de Construcción, Operación y Cierre

En el presente estudio se ha utilizado el Criterio Caltrans, el que indica que para vibraciones producidas por el tránsito de camiones pesados, el nivel proyectado para el nivel de vibración PPV será de 2 mm/s a una distancia de 5 m.

En todo el Proyecto (Área Mina, Obras Lineales, Pampa y Puerto) se han revisado las distancias entre punto receptor y línea central del carril más cercano, llegando a la conclusión que todos los puntos receptores se ubican a más de 5 metros de la autopista o camino, según corresponda. Por lo tanto, no se superará el nivel criterio de vibración PPV de 2 (mm/s).

Igualmente, respecto al análisis de sitios arqueológicos, en todos los puntos evaluados se da cumplimiento al Criterio Caltrans, para ruinas y monumentos ancestrales.

- Evaluación normativa máquinas y equipos fase de Cierre

De acuerdo al modelo de predicción de vibraciones en los puntos sensibles para los escenarios de cierre modelados, la comparación con los valores normados demuestran que ninguno de los puntos evaluados se proyectan niveles de vibraciones L_v mayores a 65 VdB, que es el límite máximo utilizado en la presente evaluación, bajo la normativa FTA-VA-90-1003-06.

En consecuencia, sobre la base de los antecedentes presentados en la Modelación de vibraciones (Anexo 4.2.5), las actividades asociadas a todos los escenarios evaluados generan niveles de vibraciones muy bajos y acotados respecto a los niveles basales, y en ningún caso se superaran en los receptores sensibles evaluados los límites máximos establecidos en la normativa utilizada (Criterios FTA, USBM y Criterio Caltrans), para máquinas y equipos, tronaduras y flujo vehicular, respectivamente. Por lo tanto es posible concluir que el **Proyecto no genera efectos sobre esta componente.**

c) Calificación del Impacto

En base a los antecedentes presentados anteriormente, se concluye que no se presentan efectos a la variable asociados a las partes, obras y acciones del Proyecto en evaluación, no generando por ende alteraciones directas o indirectas que requieran una calificación de impacto para este componente ambiental.

d) Jerarquización del Impacto

Consecuente con la explicación anterior, no es necesario jerarquizar, dado que no se produce un impacto en esta componente ambiental

4.3.3.2.6 Hidrología

a) Síntesis Línea de Base y Valor Ambiental del Componente

La Línea Base de Hidrología (Capítulo 3.2.7 del presente EIA) fue desarrollada con el objetivo de caracterizar las condiciones hidrológicas del Área de Influencia, antecedentes que forman parte del soporte técnico para la identificación y evaluación de impacto ambiental sobre el sistema de recursos hídricos superficiales. El desarrollo comprende la revisión de antecedentes y estudios anteriores a nivel regional y local, identificación de las principales características climáticas (precipitación, temperatura, humedad relativa y evaporación), identificación de las principales características de la escorrentía superficial y desarrollo de un balance hídrico conceptual y numérico.

El Área de Influencia de la componente de Hidrología se ha determinado a partir de un Área de Estudio (o contexto), basado en el espacio mayor en donde se analiza la ocurrencia de potenciales impactos sobre la cantidad de agua superficial y, además, contiene el área necesaria metodológicamente para descartar efectos previsibles más allá de los sectores relacionados directamente con el espacio geográfico en el cual se emplazarán las partes, obras y/o acciones del Proyecto. Estas distintas aproximaciones tienen como rasgo común el estar definidos principalmente en base a la delimitación de las cuencas, a través de las correspondientes divisorias de aguas involucradas⁵³. De esta forma, se consideró que el Área de Influencia abarca las cuencas de la quebrada Choja, Guatacondo y Paguana, y en términos más específicos, a partir del trazado de las distintas obras del Proyecto, se han definido dentro del Área Mina las sub áreas Mina y Depósito de Relaves. De acuerdo a lo anterior, las sub-sub cuencas de las quebradas Blanca, Jovita y de Ornajuno constituyen la denominada Área Mina.

a.1) Caracterización climática

Las condiciones climáticas de las cuencas de la quebrada Guatacondo, Paguana y Choja están dadas por una fuerte influencia anticlinal cálida, la cual es predominante durante la mayor parte del año, viéndose interrumpida por tormentas convectivas estivales producto del denominado “Invierno Altiplánico” que concentra las precipitaciones en sólo un periodo de lluvias de verano, de diciembre a marzo. Por otro lado, existen escasos y aislados eventos durante el invierno (junio a agosto) los que pueden ser líquidos o sólidos, pero que no modifican el régimen hidrológico de las cuencas.

Respecto a las precipitaciones en el Área de Influencia, éstas presentan registros anuales que varían entre un rango de 86 mm y 92 mm para el Área Mina, con registros de precipitaciones anuales medias que varían entre 90 mm (cuenca quebrada Paguana) y 96 mm (cuenca quebrada Choja y Guatacondo).

⁵³ Obtenida a partir de la cartografía oficial del Instituto Geográfico Militar (IGM).

En tanto la evaporación, a diferencia de las precipitaciones, actúa de manera sostenida sobre las superficies de suelo y vegetación azonal, convirtiéndose en el principal proceso hidrológico en el área de influencia. La evaporación de bandeja anual en el Área Mina, fluctúa entre 1.840 mm y 2.020 mm, obteniéndose los mayores valores en el sector de quebrada Blanca donde se proyecta el Depósito de Relaves.

Por otra parte, la temperatura en el Área Mina (representada por la estación Quebrada Blanca) se ubica a una elevación aproximada de 4.375 m s.n.m., presentando una variación estacional típica de ubicaciones cordilleranas; con temperaturas mínimas medias que bordean los -7°C en los meses de invierno; mientras que la temperatura media máxima alcanza los 14°C durante la época estival y su media anual llega a los $3,6^{\circ}\text{C}$.

a.2) Escorrentía Superficial

En términos generales, la escorrentía directa, en las cuencas de estudio, presenta una gran variabilidad temporal, siendo esporádica y concentrada en la época estival, produciéndose una reducida cantidad de eventos de escorrentía por año, asociados a intensas precipitaciones. Estas características de la escorrentía directa son resultado de la influencia del Invierno Altiplánico y de la aridez del Área de Influencia.

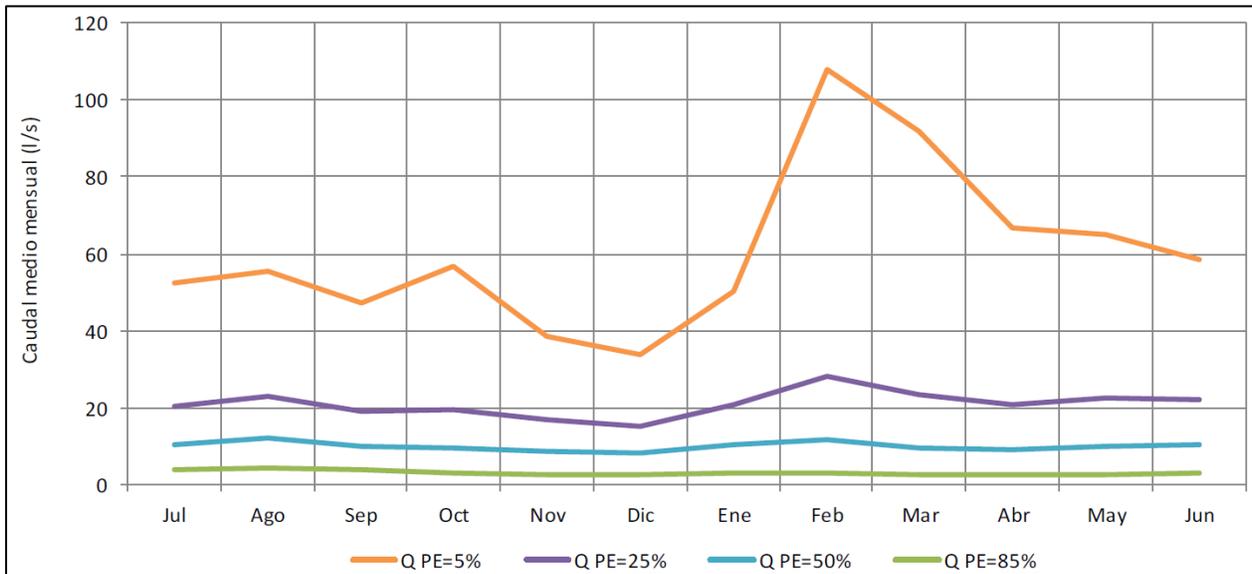
Por otra parte, los componentes geomorfológicos de las cuencas, crean amplios sectores sin caudal superficial, debido a que los flujos superficiales de agua se infiltran y pasan a ser parte de los flujos subterráneos existentes. De igual manera, también existen afloramientos puntuales de flujos sub-superficiales asociados a cambios en la profundidad de la roca de basamento y/o angostamiento de la cuenca.

En cuanto a la información fluviométrica disponible, CMTQB cuenta con aforos en un total de 26 puntos de monitoreo distribuidos en quebrada Blanca Área Mina, quebrada Blanca aguas abajo Cortina Hidráulica N°1, quebrada Llaleta, quebrada Ramucho, quebrada Choja y quebrada Huinquintipa. Además, se cuenta con información de la estación fluviométrica “Río Huatacondo en Copaquire” (DGA) y estación QDH-2 (CMDIC).

De acuerdo a la estación Río Huatacondo en Copaquire, los caudales mayores se observan durante el verano, manteniéndose un flujo bastante constante durante el resto del año, con valores medios anuales cercanos a 17 l/s y un rendimiento promedio de $0,1 \text{ l/s/km}^2$. Dichos caudales, no se encuentran estrictamente en régimen natural, puesto que se han visto influenciados durante aproximadamente los últimos 10 años por la operación de CMDIC. Se estima que, en la actualidad, la zona intervenida de la cuenca producto de dicha operación es de aproximadamente un 20% de la superficie de la cuenca de la estación (186 km^2). No obstante lo anterior, existe un compromiso por parte de CMDIC de mantener los caudales de la quebrada Huinquintipa dentro de su rango normal, mediante la descarga de un flujo de restitución aguas arriba de la estación QDH-2, de 9 l/s entre diciembre y marzo, y 1 l/s el resto del año (COREMA,

2001⁵⁴). Para condiciones hídricas normales (50% de probabilidad de excedencia) se esperan, en la estación Río Huatacondo en Copaquire, caudales de entre 8 y 12 l/s (Figura 4-49). También con un registro fluviométrico continuo, se cuenta con información en la estación QDH-2 de CMDIC, en la cabecera de la cuenca de la quebrada Huinquintipa, con mediciones a lo largo de los últimos 11 años. Allí se observan, para condiciones hídricas normales (50% de probabilidad de excedencia), caudales de entre 5 y 20 l/s, dependiendo del mes del año (Figura 4-50).

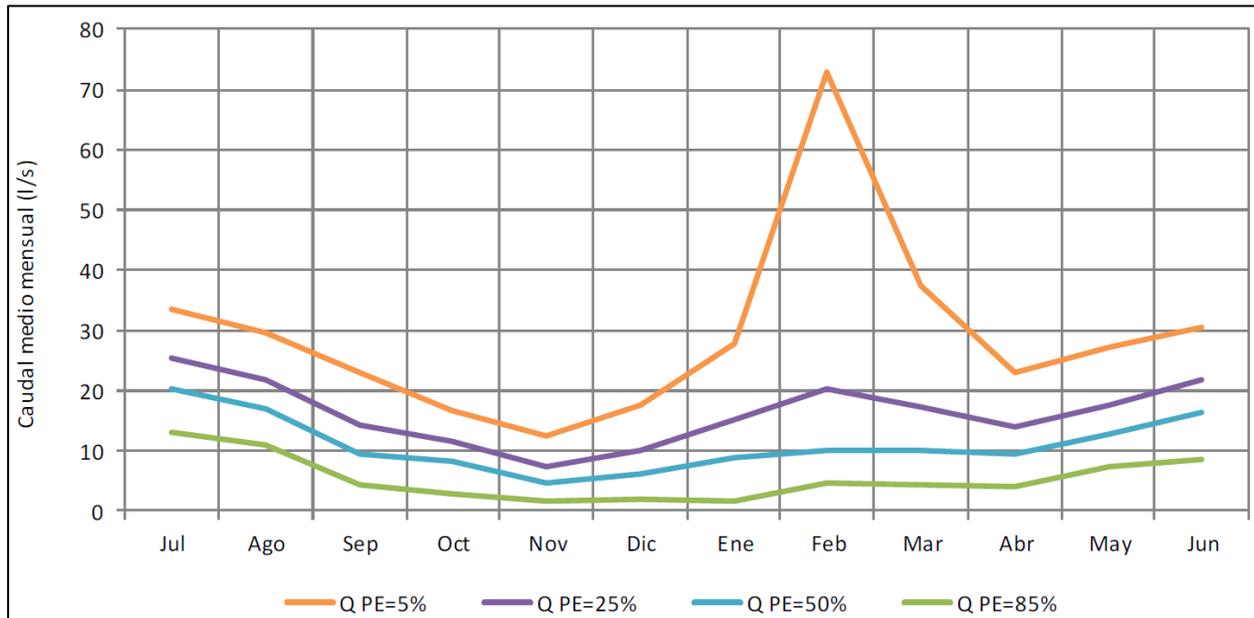
Figura 4-49. Curvas de variación estacional de Caudales medios mensuales. Estación Río Huatacondo en Copaquire.



Fuente: Capítulo 3.2.7 Línea de Base Hidrología.

⁵⁴ COREMA (2001). RCA Otorgada a CMDIC, EIA Proyecto Expansión 2001, Resolución exenta N° 000167. Iquique, Región de Tarapacá.

Figura 4-50. Curvas de variación estacional de Caudales medios mensuales. Estación QDH-2.

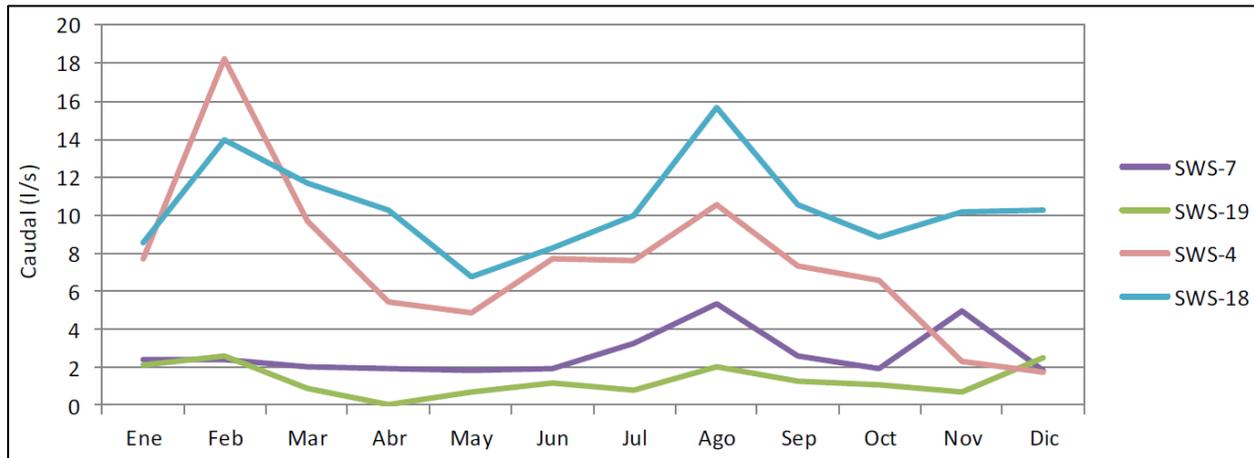


Fuente: Capítulo 3.2.7 Línea de Base Hidrología.

En términos de caudales promedio observados a lo largo de la quebrada Blanca (aguas abajo del Proyecto) y durante el período 2013 – 2015, no se observa una clara tendencia referente a los afloramientos registrados. Los caudales son muy bajos inmediatamente aguas abajo de la Cortina Hidráulica N°1, en el punto QCH-01, desde donde se reducen hasta anularse en la sección del punto SWS-2, justo aguas arriba de la confluencia con la quebrada Llaretta, confluencia en la cual los flujos aumentan hacia donde se observa vegetación (puntos SWS-7). Luego, unos 200 m aguas arriba de la confluencia con la quebrada Ramucho (punto SWS-3), no se observa flujo superficial hasta el punto SWS-19 cuyo caudal es de 1,3 l/s en promedio. En este punto se observa un flujo prácticamente permanente, indicativo de zonas de descarga y recarga de aguas sub-superficiales. Aguas abajo de la confluencia entre las quebradas Blanca y Ramucho (punto SWS-18), se registra en promedio un caudal de 10,3 l/s, mayor a la suma que los flujos superficiales medios en Blanca y Ramucho, lo que se atribuye a que aguas abajo de su confluencia podrían estar aflorando parte de los recursos subterráneos de estas quebradas.

A partir de los puntos de monitoreo de caudal seleccionados en base a la mayor cantidad de campañas con flujos observados, se han estimado caudales promedio asociados a cada mes del año de la quebrada Blanca y Ramucho (ver Figura 4-51).

Figura 4-51. Variación estacional de Caudales monitoreados en las quebradas Blanca y Ramucho.



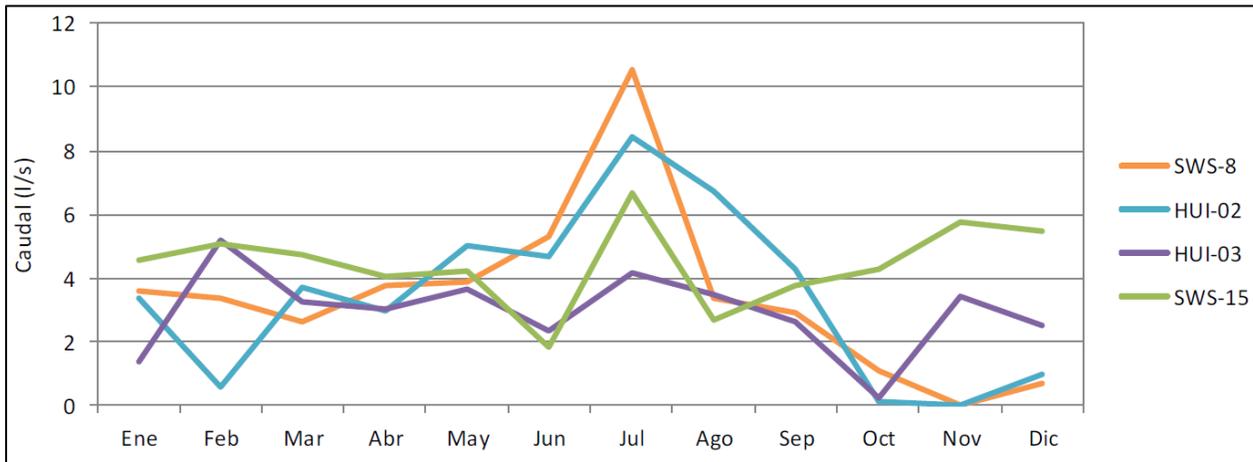
Fuente: Capítulo 3.2.7 Línea de Base Hidrología.

Por otro lado, en la quebrada Huinquentipa, el punto de aforo HUI-02 registra un caudal promedio de 3,5 l/s, menor al caudal medio (7,6 l/s) observado en la estación QDH-2 en el período 2013 – 2015. En este tramo alto de la quebrada, el flujo subterráneo parece no variar mucho; si bien, a medida que desciende desde la cabecera hacia aguas abajo hay una mayor superficie aportante, también existe una demanda evapotranspirativa producto de la vegetación azonal presente a lo largo del cauce en esta zona, que podría estar compensando el aumento en flujo esperable hacia aguas abajo.

Más abajo, donde nace la quebrada Guatacondo, el punto de monitoreo SWS-15 entrega un caudal medio de 4,4 l/s, comparable con el caudal base de 6,0 l/s obtenido para Río Huatacondo en Copaquire, en la misma ubicación aproximada, sobre todo considerando que dicho caudal base se asocia al período 1977-2015, mientras que los aforos son representativos del período 2013-2015, comparativamente más seco.

A partir de los puntos de monitoreo de caudal seleccionados en base a la mayor cantidad de campañas con flujos observados, se han estimado caudales promedio asociados a cada mes del año de la quebrada Huinquentipa y Guatacondo (ver Figura 4-52).

Figura 4-52. Variación estacional de Caudales monitoreados en las quebradas Huinquentipa y Guatacondo.



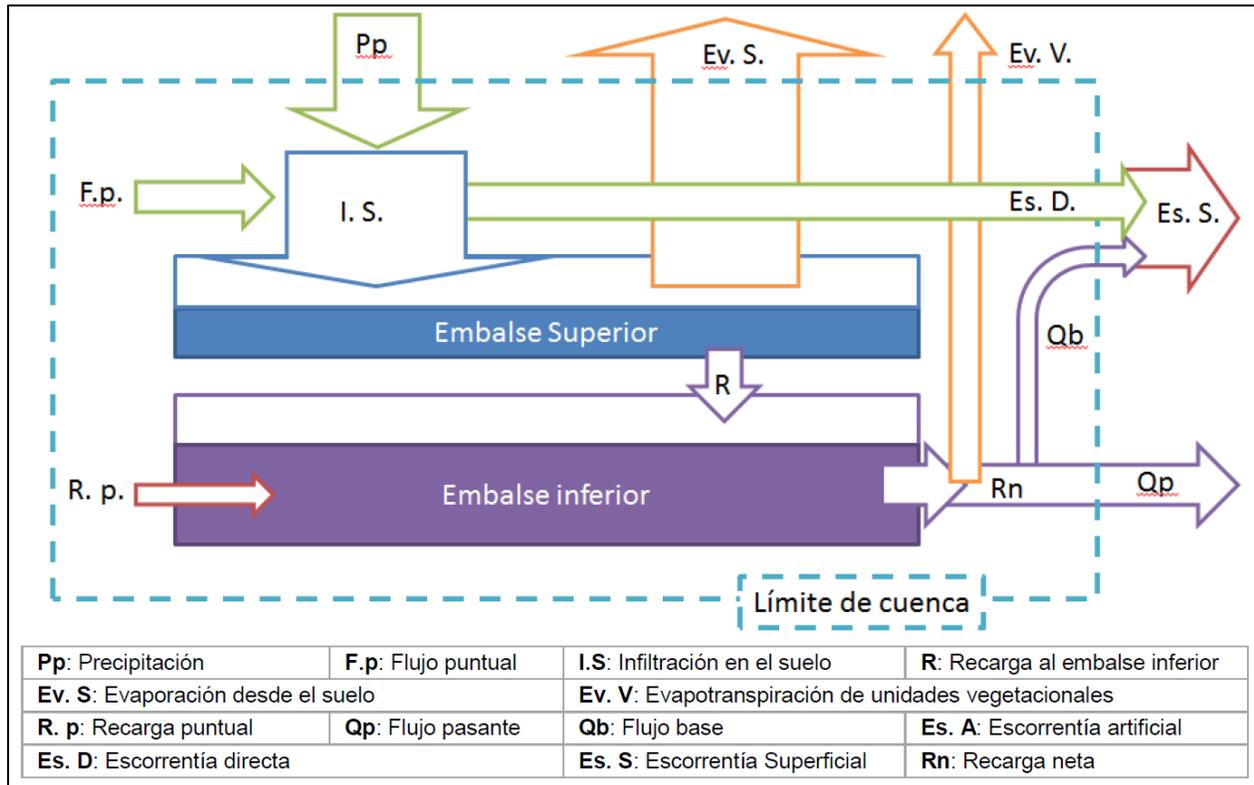
Fuente: Capítulo 3.2.7 Línea de Base Hidrología.

a.3) Balance Hídrico

Para efectos de definir una situación de base para el comienzo del proyecto Quebrada Blanca en su Fase 2, para la componente superficial de los recursos hídricos, se desarrolló un modelo de balance hídrico con el fin de caracterizar la distribución del recurso hídrico en el Área de Influencia, que comprende las cuencas de Guatacondo, Paguana y Choja la cual, a su vez, incluye las sub cuencas de las quebradas Ramucho, Jovita y Blanca, en la cual se emplaza el Proyecto.

En la Figura 4-53 se muestra un diagrama del esquema conceptual adoptado. En la superficie del sistema de “embalse superior” se genera la escorrentía directa y, dentro de éste, se llevan a cabo los procesos de infiltración, evapotranspiración desde el suelo y recarga; por su parte, en el sistema de “embalse inferior” se desarrollan los procesos de almacenamiento subterráneo, y liberación gradual del agua almacenada. Este flujo de agua liberada gradualmente alimenta las demandas evapotranspirativas y permite la generación del caudal base superficial y el flujo pasante subterráneo, éstos dos últimos conforman la llamada recarga neta. Más detalles sobre el modelo numérico se presentan en el Anexo 3.2.7-1 del presente EIA.

Figura 4-53. Modelo conceptual de Balance Hídrico.



Fuente: Capítulo 3.2.7 Línea de Base Hidrología.

De acuerdo al balance hídrico, los resultados del modelo de balance hídrico (anexo 3.2.7-1 del Capítulo 3 del EIA) han entregado valores que son consistentes con las mediciones de caudal que se tienen en el Área de Influencia, tanto en situación de Pre-mina como al Fin de QB1 (este último escenario es comparable con la situación existente para el monitoreo actual de flujos). En el caso de Pre-mina, los caudales observados son del mismo orden de magnitud que aquellos simulados para la cuenca de quebrada Guatacondo y cuenca de quebrada Paguana, lo que indicaría una nula influencia del Proyecto en su Fase 1 en esta cuenca, de acuerdo a lo señalado en el acápite 3.2.7 "Hidrología" del Capítulo 3 "Línea de Base". En cuanto a la cuenca de quebrada Choja, se observó que el único caso en que se registra un cambio en los flujos superficiales es en la sub-sub cuenca quebrada Blanca aguas arriba de la confluencia con quebrada Jovita, en la que existe una disminución de aproximadamente el 50% de la Escorrentía Superficial hacia el Fin de QB1, relacionado a la existencia de las obras históricas y las de la Fase 1. Sin embargo, por efecto de los sistemas de inyección, hacia aguas abajo no existen cambios en la Escorrentía Superficial, aunque sí hay una redistribución de los aportes de la Escorrentía Directa y del Flujo Base, aumentando este último hacia el Fin de QB1, debido a que la restitución de caudal se realiza en parte por infiltración de aguas.

Este modelo de balance hídrico se usó también para representar dos escenarios futuros: Operación de la Fase 2 del Proyecto Quebrada Blanca y el Cierre/Post-Cierre de éste (Anexo 4.2.6 del Capítulo 4 del EIA). De esta forma se pudo cuantificar las alteraciones que se podrían

producir en los recursos hídricos superficiales, con respecto al Fin de la Fase 1, por la construcción/operación de la Fase 2 del Proyecto. En particular, por la existencia del Depósito de Relaves y sus obras anexas, las que hacia el final de la vida útil de éste ocuparían una porción importante de la cuenca de la quebrada Blanca, hasta aguas arriba de su confluencia con la quebrada Jovita, disminuyendo el área de escorrentía disponible en relación a la existente hacia el Fin de QB1.

b) Identificación del Impacto

b.1) Disminución de caudales superficiales cuenca quebrada Choja

- Aspectos Generales

La cuenca de la quebrada Choja se caracteriza por presentar un régimen superficial principalmente pluvial, asociado fundamentalmente a tormentas estivales que forman cauces de agua intermitentes producto de las precipitaciones del “Invierno Altiplánico”. No existen cursos de agua permanentes, sólo afloramientos puntuales de aguas subterráneas que se incorporan en la superficie por una longitud espacial limitada antes de volver a infiltrarse. Estos afloramientos están asociados a un angostamiento de la unidad de relleno aluvial que fuerza al agua subterránea a incorporarse al sistema superficial.

En función de este régimen hídrico eventual el agua superficial en esta cuenca cumple dos roles principales, el primero de los cuales dice relación con la mantención de las formaciones azonales que se desarrollan en la cuenca y que se abastecen principalmente del **Flujo Base** (afloramiento de agua subterráneas) que se registra en los antes mencionados sectores de afloramiento. El segundo rol dice relación con la ocurrencia de las tormentas estivales y la generación de caudales eventuales de magnitud considerable, **Escorrentía Directa**, que permiten el lavado y transporte de sedimentos en el cauce de las quebradas Blanca y Choja.

Por otro lado, se debe tener presente que por la construcción, operación y cierre del Proyecto en su Fase 2, existirán obras adicionales a las ya existentes en la Fase 1, que implicarán una reducción del área aportante a la Escorrentía Total (Escorrentía Superficial y Flujo Subterráneo Pasante) del sistema hídrico de la cuenca de quebrada Choja. Dichas obras adicionales corresponden al Depósito de Relaves y al Sistema de Manejo de Aguas (Sistema Control de Filtraciones y Sistema Cortafugas N°2).

De acuerdo a lo antes indicado, los potenciales efectos que tendría el Proyecto Quebrada Blanca Fase 2 en los recursos hídricos superficiales en la cuenca de la quebrada Choja, se evalúan en función de los roles que dichos recursos cumplen en términos ecosistémicos e hidráulicos. Para cuantificar los mencionados efectos se utiliza el Estudio de Balance hídrico desarrollado por Golder cuyos principales resultados se presentan en el acápite 3.2.7.5.3 (literal g.2) de la Línea Base Hidrológica del presente EIA y en el “Balance Hídrico de Operación Futura y Post-Cierre” (Anexo 4.2.6 del Capítulo 4 del EIA).

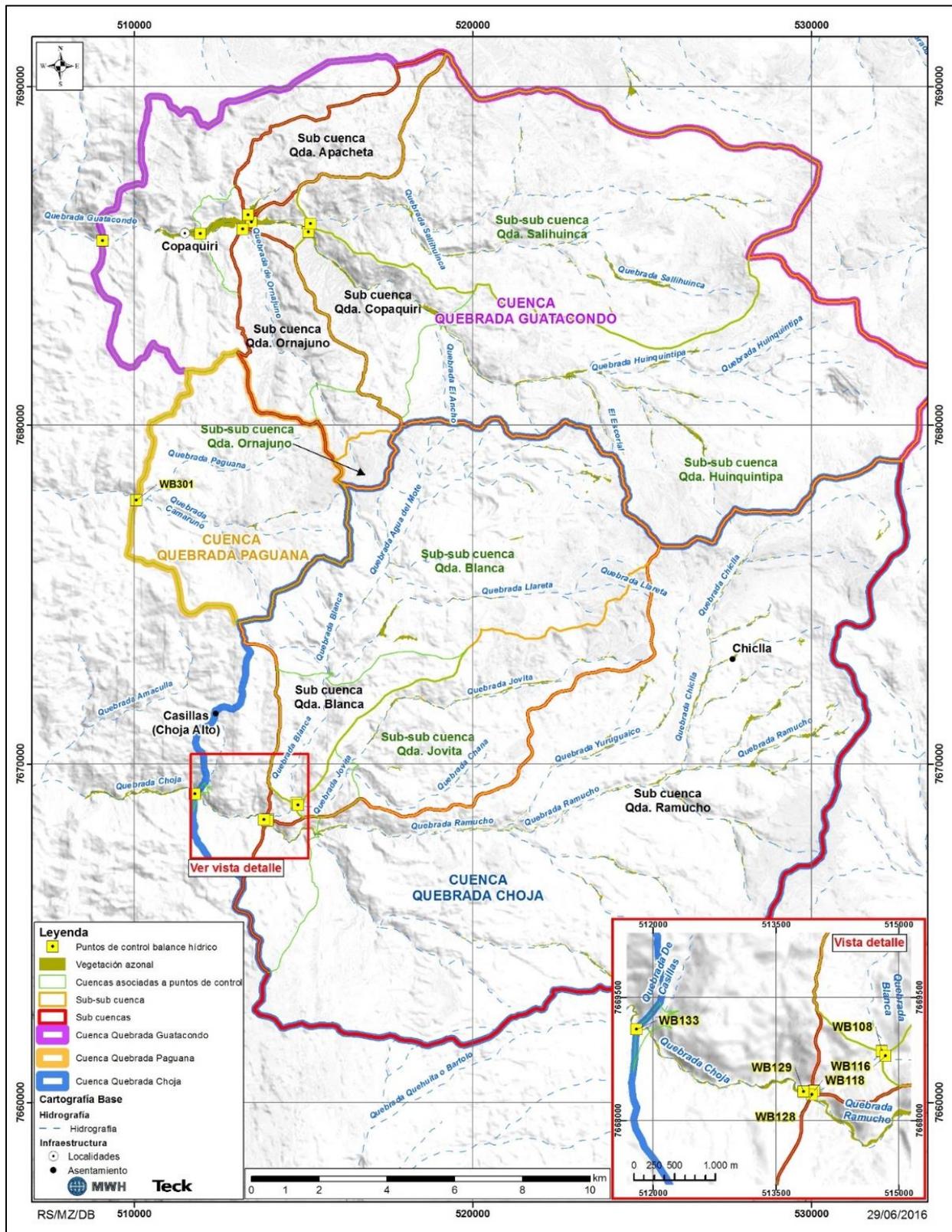
Para el caso del rol ecosistémico se evalúan los efectos del Proyecto en el Flujo Base y en el caso del rol hidráulico se evalúan los efectos sobre la Escorrentía Directa (Modelo Conceptual presentado en la Figura 4-53), según lo explicado en los párrafos anteriores.

Los puntos en los que se evalúa el potencial efecto en la cuenca de la quebrada Choja corresponden a dos ubicaciones específicas, que se muestran a modo referencial en la Figura 4-54:

- Quebrada Choja aguas abajo de la confluencia de la quebrada Blanca con quebrada Ramucho (WB129). Este punto se encuentra justo aguas arriba de una comunidad vegetacional identificada en la zona, la cual se toma como referencia para efectos de evaluar los cambios en la disponibilidad de recursos hídricos en todos los períodos del Proyecto.
- Quebrada Choja en la salida del Área de Influencia (WB133).

Por último, es importante mencionar que si bien el Proyecto Quebrada Blanca en su Fase 2, implica una reducción potencial de los caudales superficiales en la cuenca de la quebrada Choja, el Sistema de Inyección N°2 proyectado ejecutará durante toda la fase de operación de QB2 una restitución hídrica a la quebrada Blanca, con una calidad de agua según lo estipulado en el Plan de Seguimiento Ambiental de Recursos Hídricos (ver Anexo 9.2.2.4 del Capítulo 9 del presente EIA) y un flujo de 8 l/s promedio mensual, constituida por agua desalada o agua tratada de la PTAS Concentradora, ubicada en el área de la planta concentradora. La magnitud de este flujo se ha definido teniendo como objetivo precaver el correcto cumplimiento temporal de la condición establecida en el Proyecto QB1 (RCA N° 72/2016) en cuanto al aseguramiento de la calidad del recurso hídrico aguas abajo de las obras, partes y acciones de la faena minera. Por tal motivo, el caudal a inyectar es equivalente a los valores definidos por el Proyecto para la fase de construcción y conservadoramente se ejecutará durante toda la vida útil (fase de operación) de QB2. Posteriormente, la inyección de agua se ajustará al requerimiento hídrico del sistema (4,1 l/s durante el post-cierre) correspondiente al flujo base de la cuenca necesario para mantener la vegetación azonal del sistema (ver Anexo 3.2.7-1 del Capítulo 3.2.7 “Línea Base de Hidrología”).

Figura 4-54. Puntos de Balance Hídrico para evaluación de efectos quebrada Choja.



- Disminución de caudales superficiales rol ecosistémico

En la Tabla 4-138 se muestran los resultados obtenidos del Modelo de Balance Hídrico para la Escorrentía Directa, el Flujo Base, la Escorrentía Superficial y Flujo Subterráneo Pasante (Es. D, Qb, Es. S y Qp, según esquema de la Figura 4-53) en los dos puntos de evaluación, para la etapa de Pre-mina, Fin de la Fase 1 del Proyecto (Fin QB1), Operación de la Fase 2 del Proyecto y el Cierre/Post-Cierre de éste. Estos valores son promedios de las series obtenidas por el modelo que consideran tanto años secos como húmedos.

Tabla 4-138. Resultados Balance Hídrico para Pre-mina, Fin QB1, Operación y Cierre/Post-Cierre Cuenca Quebrada Choja.

Punto	Escenario	Es. D (l/s)	Qb (*) (l/s)	Es. S (*) (l/s)	Qp (l/s)
Q. Choja, aguas abajo de confluencia de Blanca y Ramucho (WB129)	Pre-mina	23,8	13,5	37,3	3,8
	Fin QB1	20,9	17,4	38,3	3,8
	Operación	19,5	17,4	37,0 (**)	3,8
	Post-cierre	17,7	13,5	31,3 (**)	3,8
Choja a la salida del Área de Influencia (WB133)	Pre-mina	24,7	13,5	38,2	3,8
	Fin QB1	21,7	17,4	39,1	3,8
	Operación	20,4	17,4	37,8	3,8
	Post-cierre	18,6	13,5	32,1	3,8

(*): Para WB133 en los escenarios Operación y Post-cierre se asume un caudal subterráneo pasante igual que para Pre-mina y Fin QB1, de acuerdo a lo que se indica en el acápite 3.2.7.5.3 de la Línea Base Hidrológica del presente EIA. De esta forma el flujo base y la escorrentía superficial se derivan del resultado de Recarga Neta que entrega el balance hídrico.

(**): Por aproximación numérica, los valores reportados no coinciden exactamente con la suma de Es.D y Qb.

Es. D: Escorrentía Directa; Qb: Flujo base;

Es. S: Escorrentía Superficial (ED+Qb); Qp: Flujo subterráneo pasante.

Luego, para evaluar los efectos en términos de la escorrentía superficial, se determina el porcentaje de reducción (-) o aumento (+) de cada etapa respecto al Fin de QB1, que en términos de los recursos hídricos superficiales se considera la base comparativa, y cuyos resultados se muestran en la Tabla 4-139.

Tabla 4-139. Cambio % Escorrentía Directa, Flujo Base, Escorrentía Superficial y Flujo Subterráneo Pasante c/r a Fin de QB1.

Punto	Escenario	Cambio % Es. D c/r a Fase 1	Cambio % Qb c/r a Fin QB1	Cambio % Es. S c/r a Fase 1	Cambio % Qp c/r a Fin QB1
Q. Choja, aguas abajo de confluencia de Blanca y Ramucho (WB129)	Operación	-7%	0%	-3%	0%
	Post-cierre	-15%	-22%	-18%	0%

Punto	Escenario	Cambio % Es. D c/r a Fase 1	Cambio % Qb c/r a Fin QB1	Cambio % Es. S c/r a Fase 1	Cambio % Qp c/r a Fin QB1
Choja a la salida del Área de Influencia (WB133)	Operación	-6%	0%	-3%	0%
	Post-cierre	-14%	-22%	-18%	0%

Es. D: Escorrentía Directa; Qb: Flujo base;
 Es. S: Escorrentía Superficial (ED+Qb); Qp: Flujo subterráneo pasante.

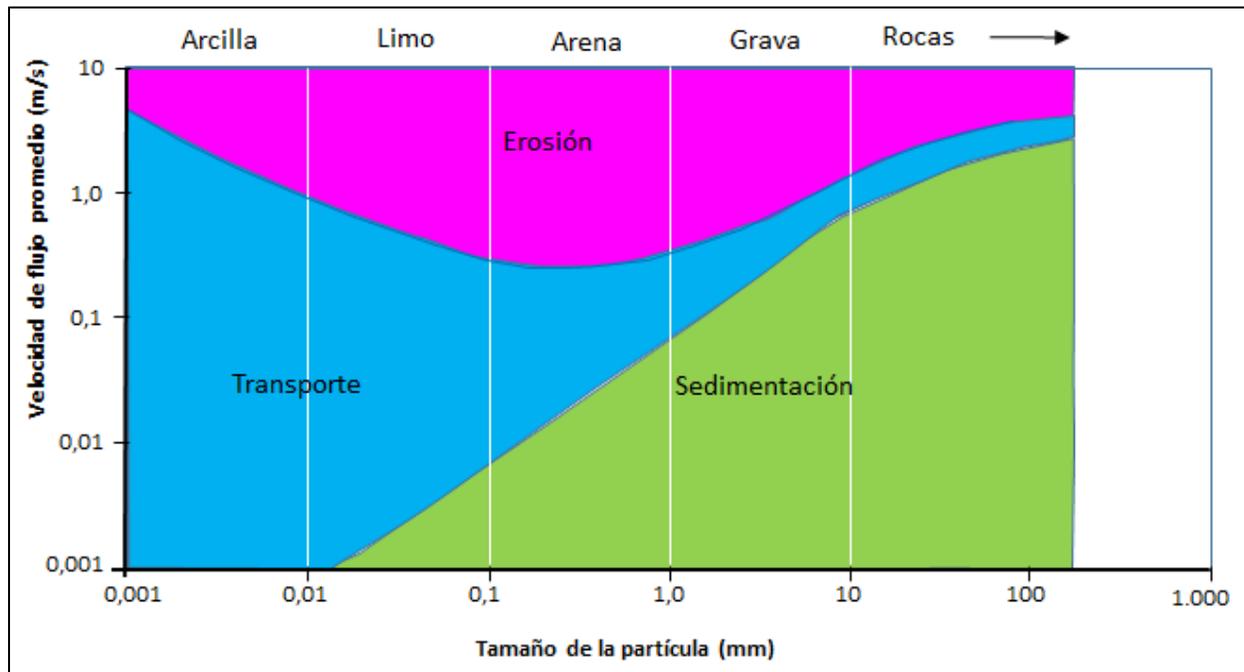
De acuerdo a los resultados que se observan en la Tabla 4-138 y Tabla 4-139, en la etapa de Operación de QB2, en ambos puntos evaluados, el flujo subterráneo y el flujo base no experimentarían cambios con respecto al Fin de QB1 (lo que está asociado a la devolución de 8 l/s que se hace durante esta etapa en el Sistema de Inyección N°2). En la etapa de Cierre y Post-cierre, en ambos puntos analizados el Flujo Subterráneo no experimentaría cambios, mientras que el Flujo Base disminuiría del orden de 22%, con lo cual volvería a los valores de la situación Pre-mina (sistema en régimen natural), 13,5 l/s (lo que está asociado a la devolución de 4,1 l/s que se hace durante esta etapa en el Sistema de Inyección N°2). Las variaciones en la Escorrentía Directa se evalúan a continuación.

- Disminución de caudales superficiales rol hidráulico

Esta potencial disminución de caudales superficiales se evaluará respecto a las escorrentías eventuales que se producen en la cuenca de la quebrada Choja en tiempos bastante acotados (un día), las que están asociadas a los eventos de precipitación estival del “Invierno Altiplánico”.

Esta escorrentía eventual que se manifiesta como escorrentía directa (porción de la precipitación que no infiltra y que por lo tanto escurre superficialmente), tiene un rol en la capacidad de lavado del suelo que tiene el escurrimiento superficial, y que básicamente es lo que se podría ver afectado por la disminución de los caudales esporádicos (no hay usuarios directos de estos “pulsos” de agua que ocurren en períodos de tiempo muy cortos).

Teniendo presente lo indicado en el párrafo anterior, se evaluará el efecto de la disminución de Escorrentía Directa en las secciones analizadas (para Operación y Cierre/Post-cierre), en términos de la velocidad del flujo (v) y su capacidad de erosión, transporte o depositación de sedimentos en el cauce de la quebrada Choja. Para ello, se utilizará el diagrama de Hjulström, el cual permite relacionar las velocidades de escurrimiento y los diámetros de los sedimentos para determinar si se producirá erosión, transporte o sedimentación de éstos. En la Figura 4-55 se muestra dicho diagrama.

Figura 4-55. Diagrama de Hjulström.

Fuente: Modificado de "Reviewing the Hjulström curve" (Keylock, 2004).

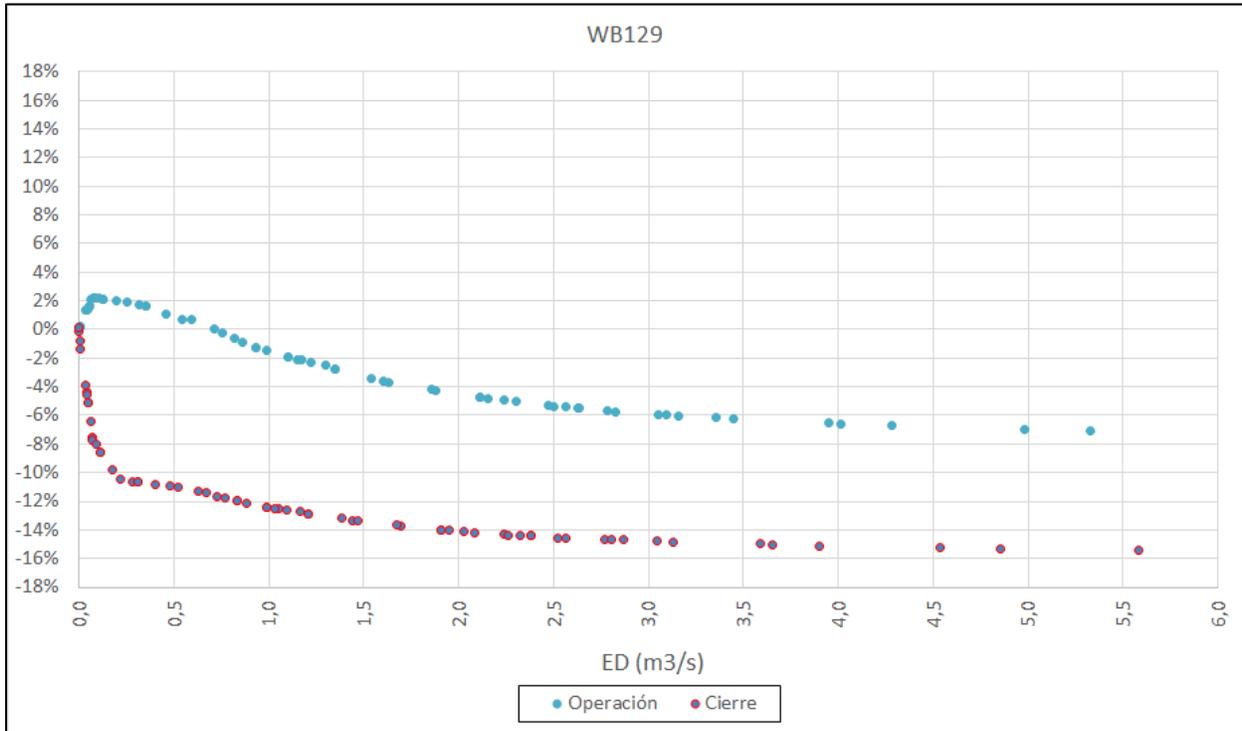
De esta forma, para evaluar los potenciales efectos en la capacidad de lavado de la escorrentía directa, se analizará el eventual cambio en la velocidad de flujo y consecuentemente su influencia en la erosión, transporte o sedimentación de las partículas, de acuerdo a lo que se define en la Figura 4-55.

A continuación, en la Figura 4-56 y Figura 4-57 se muestra el porcentaje de variación de la Escorrentía Directa (en los eventos en que efectivamente se produjo) en la etapa de Operación y Cierre/Post-Cierre respecto al Fin de QB1, usando los resultados del modelo de Balance Hídrico para los 29 años simulados en cada escenario. Estos porcentajes se presentan en relación (en el eje de las abscisas) a los caudales de Escorrentía Directa simulados para el Fin de QB1. Los caudales utilizados corresponden a valores diarios simulados mediante el modelo hidrológico desarrollado por Golder.

Se observa que los resultados para ambos puntos son bastante similares. En la Operación de QB2, para eventos de Escorrentía Directa menores a $0,6 \text{ m}^3/\text{s}$ (aproximadamente), existe un aumento respecto al caudal simulado para el Fin de QB1, pero a partir de dicho caudal se observa que la variación porcentual de los caudales de Escorrentía Directa comienza a hacerse negativa (hay una disminución con respecto al Fin de QB1), llegando a un valor asintótico de 8% para caudales por sobre los $7,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Por otra parte, en el Cierre/Post-cierre para todos los eventos (incluso aquellos muy bajos) se produce una disminución de la Escorrentía Directa con respecto al Fin de QB1, con una pendiente de descenso abrupta que alcanza un 10% para caudales del orden de $0,18 \text{ m}^3/\text{s}$, y que posteriormente tiene un descenso menos acentuado (similar al de la

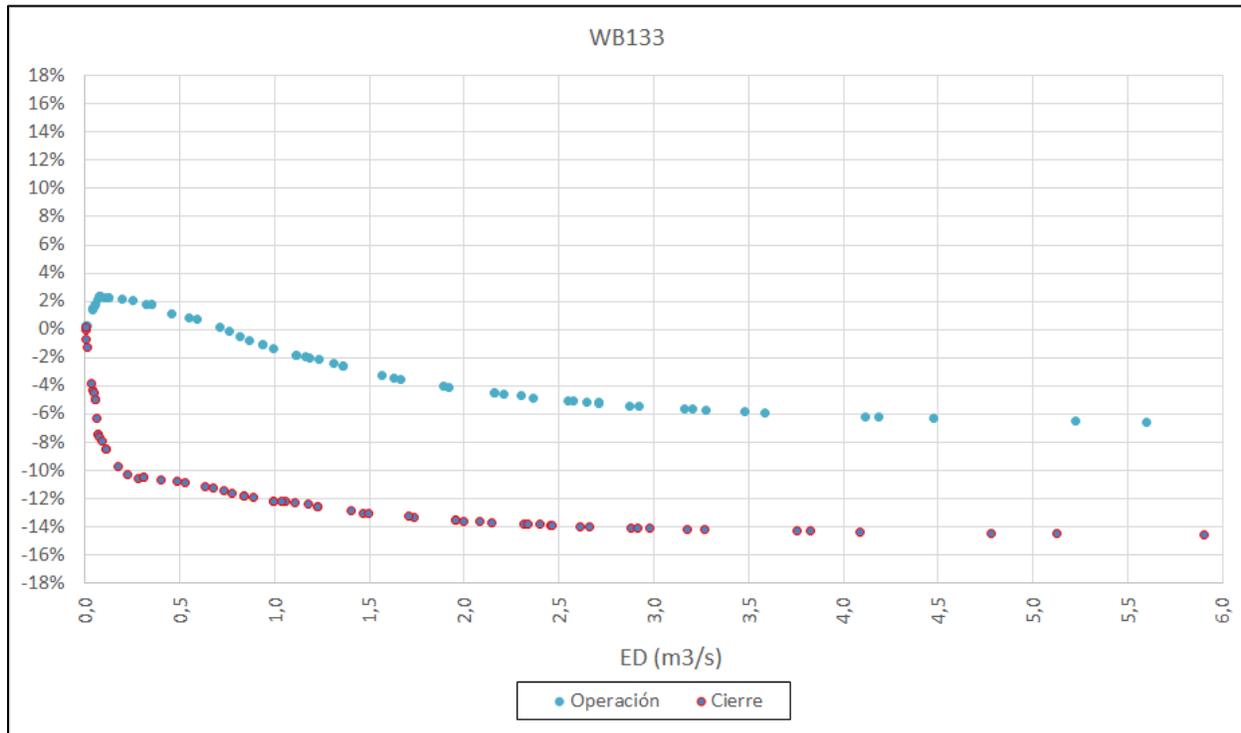
Operación, en términos de la pendiente), alcanzando un valor asintótico de aproximadamente 14-16% para caudales sobre 5 m³/s.

Figura 4-56. Variación Porcentual Escorrentía Directa WB129 Operación y Cierre/Post-cierre c/r a Fin QB1.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 4-57. Variación Porcentual Escorrentía Directa WB133 Operación y Cierre/Post-cierre c/r a Fin QB1.



Fuente: Elaboración Propia.

A partir de los caudales de Escorrentía Directa antes mostrados, para los eventos en que éstos se producen, se determinó la velocidad media del escurrimiento, utilizando la ecuación de Manning, asumiendo:

- Escurrimiento uniforme (altura normal),
- Una sección trapezoidal “tipo” con un ancho fijo determinado en función de imágenes satelitales (20 m de ancho para sección WB129 y 15 m para sección WB133),
- Un coeficiente de Manning de 0,051 (asociado a cauces naturales de montaña con lecho de gravas gruesas),
- Una pendiente de escurrimiento igual a la de terreno (5,9%),
- Un talud de 45° para la sección del cauce.

De esta forma se pudo determinar los valores de velocidad (v) para los escenarios de Fin de QB1, Operación y Cierre/Post-cierre, logrando así establecer la variación porcentual de ésta respecto al Fin de QB1. En la Figura 4-58 se muestran los resultados obtenidos para WB129 y en la Figura 4-59 se muestran los resultados obtenidos para WB133. En ambos casos los porcentajes se presentan en relación (en el eje de las abscisas) a las velocidades para el Fin de QB1, respectivamente.

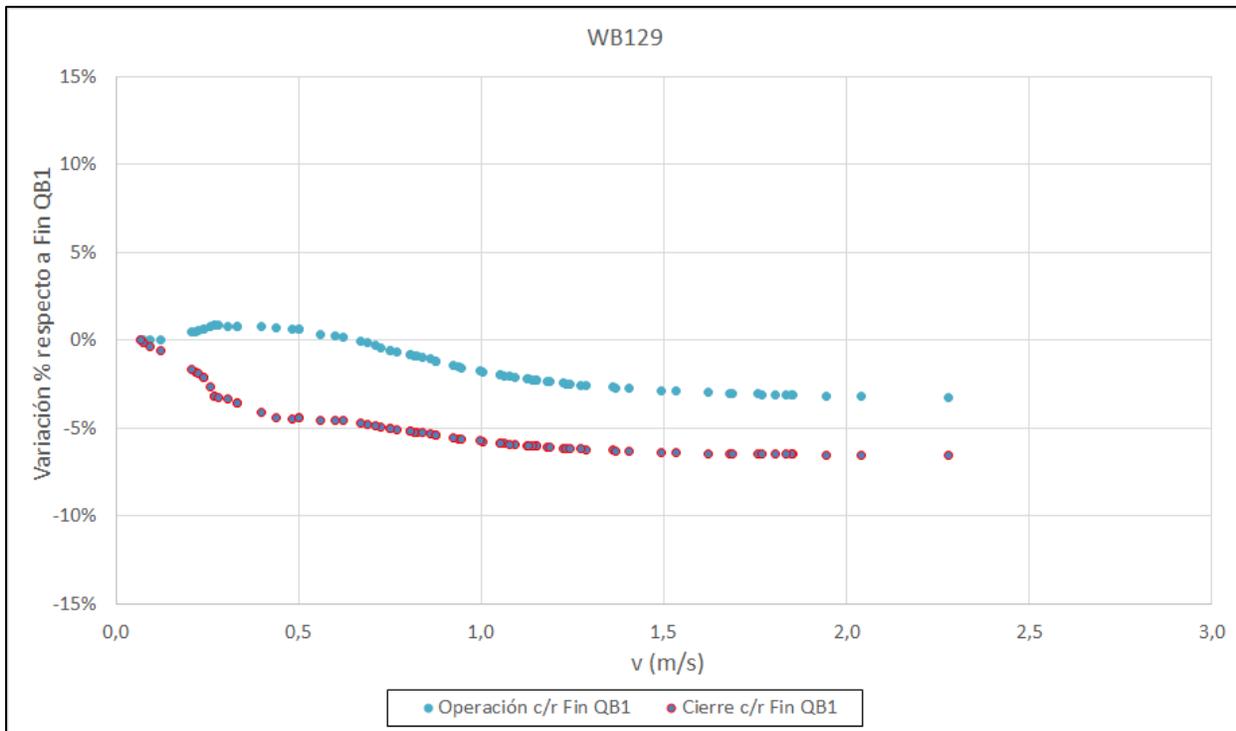
De la Figura 4-58 se observa que en WB129 para velocidades de escurrimiento menores a 0,6 m/s (aproximadamente) durante la Operación se registraría un aumento respecto del Fin de QB1

que sería muy bajo (menos de 0,01 m/s), por lo que en términos prácticos se consideran que las velocidades serían las mismas. Para velocidades mayores a 0,6 m/s, se observa un aumento progresivo en el porcentaje de disminución llegando a aproximadamente 3% para velocidades del orden de 2,0 m/s (aproximadamente 0,06 m/s de disminución), lo que para efectos prácticos se considera despreciable. Para el Cierre/Post-cierre se observa que para todas las velocidades de escurrimiento hay disminuciones que alcanzan como máximo un 6,5% para velocidades de 2,0 m/s, es decir, menos de 0,13 m/s, las que se consideran como disminuciones despreciables.

Para WB133 (Figura 4-59) aplica exactamente el mismo análisis, es decir, tanto para la Operación como para el Cierre/Post-cierre las variaciones de velocidad de escurrimiento con respecto al Fin de QB1 son despreciables.

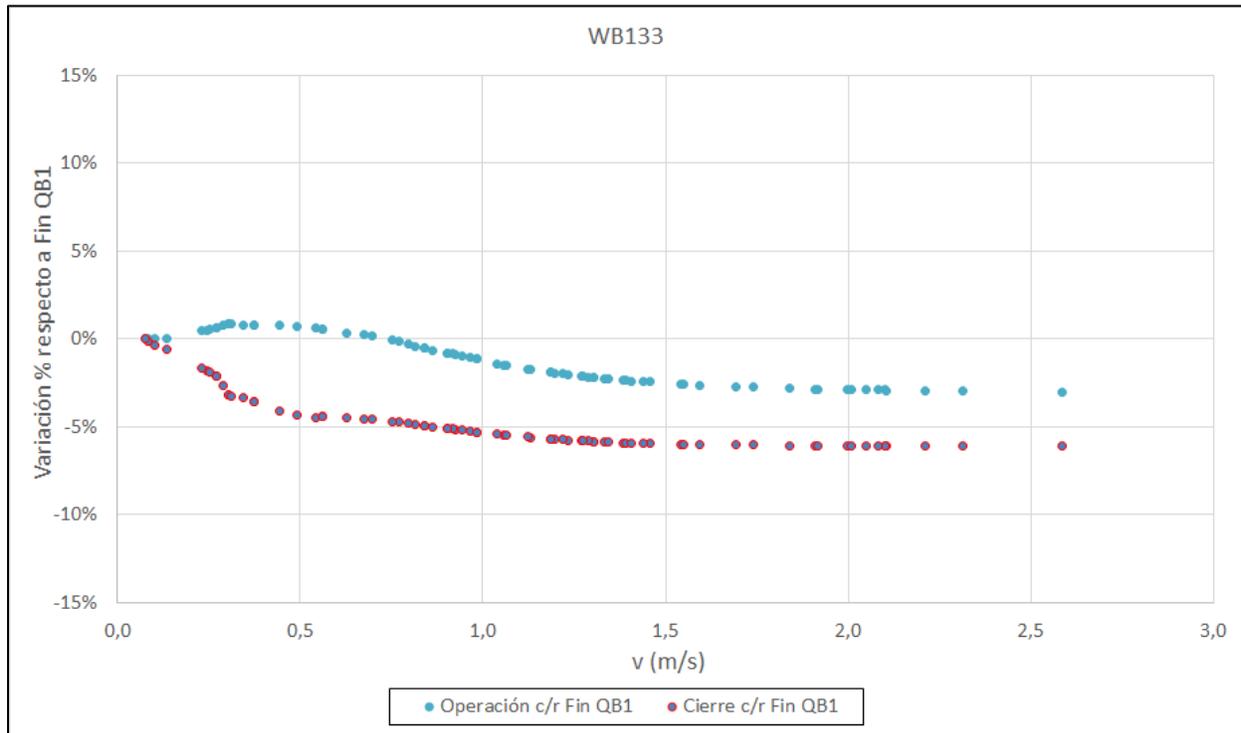
Adicionalmente, para evaluar la magnitud del efecto de la disminución de la escorrentía superficial (en su rol hidráulico) en la cuenca de la quebrada Choja, se analiza el cambio en la velocidad de flujo en términos de su influencia en la erosión, transporte o sedimentación de las partículas, de acuerdo a lo que se define en la Figura 4-55. Para ello, se estima un diámetro de las partículas en el lecho de la quebrada, en función de los análisis granulométricos desarrollados por Golder (2016) (Anexo 4.2.7 del Capítulo 4 del EIA) en distintas calicatas ubicadas a lo largo de la quebrada Blanca, considerando que un diámetro d_{90} es representativo de dichas partículas, y la calicata más cercana a los puntos analizados, se tiene un valor en torno a 50 mm.

Figura 4-58. Variación Porcentual Velocidad escurrimiento (v) en WB129 para Operación y Cierre/Post-cierre c/r a Fin QB1.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 4-59. Variación Porcentual Velocidad escurrimiento (v) en WB133 para Operación y Cierre/Post-cierre c/r a Fin QB1.



Fuente: Elaboración Propia.

A partir de dicho diámetro característico, y en función del diagrama de Hjulström, se tiene lo siguiente:

- Para WB129 en Operación, para velocidades de 2,0 m/s, que estaría en la zona de “Transporte” según la Figura 4-55, se produce una disminución máxima de 3%, que implica una velocidad de 1,9 m/s, la cual sigue estando en la zona de “Transporte”.
- Para WB129 en Cierre, para velocidades de 2,0 m/s, que estaría en la zona de “Transporte” según la Figura 4-55, se produce una disminución máxima de 6,5%, que implica una velocidad de 1,9 m/s, la cual sigue estando en la zona de “Transporte”.
- Para WB133 en Operación, para velocidades de 2,5 m/s, que estaría en la zona de “Transporte” según la Figura 4-55, se produce una disminución máxima de 3%, que implica una velocidad de 2,4 m/s, la cual sigue estando en la zona de “Transporte”.
- Para WB133 en Cierre, para velocidades de 2,5 m/s, que estaría en la zona de “Transporte” según la Figura 4-55, se produce una disminución máxima de 6,1%, que implica una velocidad de 2,3 m/s, la cual sigue estando en la zona de “Transporte”.

- Resumen Final

De esta forma, se puede establecer que la existencia del Proyecto QB en su Fase 2, respecto a la situación al Fin de la Fase 1, **no generará efectos** en los recursos hídricos superficiales en lo que se refiere a su rol ecosistémico (Flujo Base) y a su rol hidráulico (Escorrentía Directa), tanto

en quebrada Choja justo aguas abajo de la confluencia con Ramucho (WB129), como en quebrada Choja a la salida del Área de Influencia. Lo anterior, se basa en que en términos del Flujo Base, si bien en el Cierre habría una disminución respecto al Fin de QB1, los caudales vuelven a la situación en régimen natural, y en términos de la Escorrentía Directa, los cambios en la velocidad de escurrimiento no producen disminuciones que puedan ser consideradas como relevantes, en términos de que se produzca un cambio en la capacidad de Transporte de partículas (pasando a Sedimentación o Erosión), que se da por efectos de la velocidad del flujo asociado a los eventos esporádicos que se producen en la zona.

b.2) Disminución de caudales superficiales sub cuenca quebrada de Ornajuno

En el caso de la quebrada Ornajuno la existencia de la Planta de Procesos en su parte alta, implicaría algunos efectos en la Escorrentía Superficial, debido tanto al emplazamiento de las obras como por los canales perimetrales proyectados.

Para este análisis se considera también que en la cabecera de Huinquentipa se encuentran las operaciones del Proyecto Collahuasi (CMDIC), el que según la RCA N°000167 del año 2001, debe restituir en QDH-2 un caudal que mantiene el flujo natural de la quebrada, por lo que la cuenca se considera en régimen natural.

De forma similar a lo indicado para la quebrada Choja, en este caso se evalúan dos puntos específicos, para estimar los efectos que tendría la existencia de dicha Planta, tanto en la quebrada de Ornajuno en su confluencia con Guatacondo, como en todo el sistema de la quebrada Guatacondo. Dichos puntos se muestran a modo referencial en la Figura 4-60:

- Quebrada Ornajuno aguas arriba de la confluencia con Guatacondo (WB216).
- Quebrada Guatacondo a la salida del Área de Influencia (WB219).

En la Tabla 4-140 se muestran los resultados obtenidos del Balance Hídrico para los dos puntos de evaluación para la etapa de Pre-mina, Fin de la Fase 1 del Proyecto (Fin QB1), Operación de la Fase 2 del Proyecto y el Cierre/Post-Cierre de éste. Estos valores son promedios de las series obtenidas por el modelo que consideran tanto años secos como húmedos.

En este caso, a diferencia de lo analizado para la quebrada Choja, no se realiza el análisis más detallado en términos de los roles de los recursos hídricos superficiales, ya que los resultados de flujos promedio que entrega el modelo muestran claramente la no existencia de efectos sobre los caudales superficiales, tanto en Operación como en Cierre/Post-cierre, respecto al Fin de QB1.

Figura 4-60. Puntos de Balance Hídrico para evaluación de efectos quebrada Guatacondo.

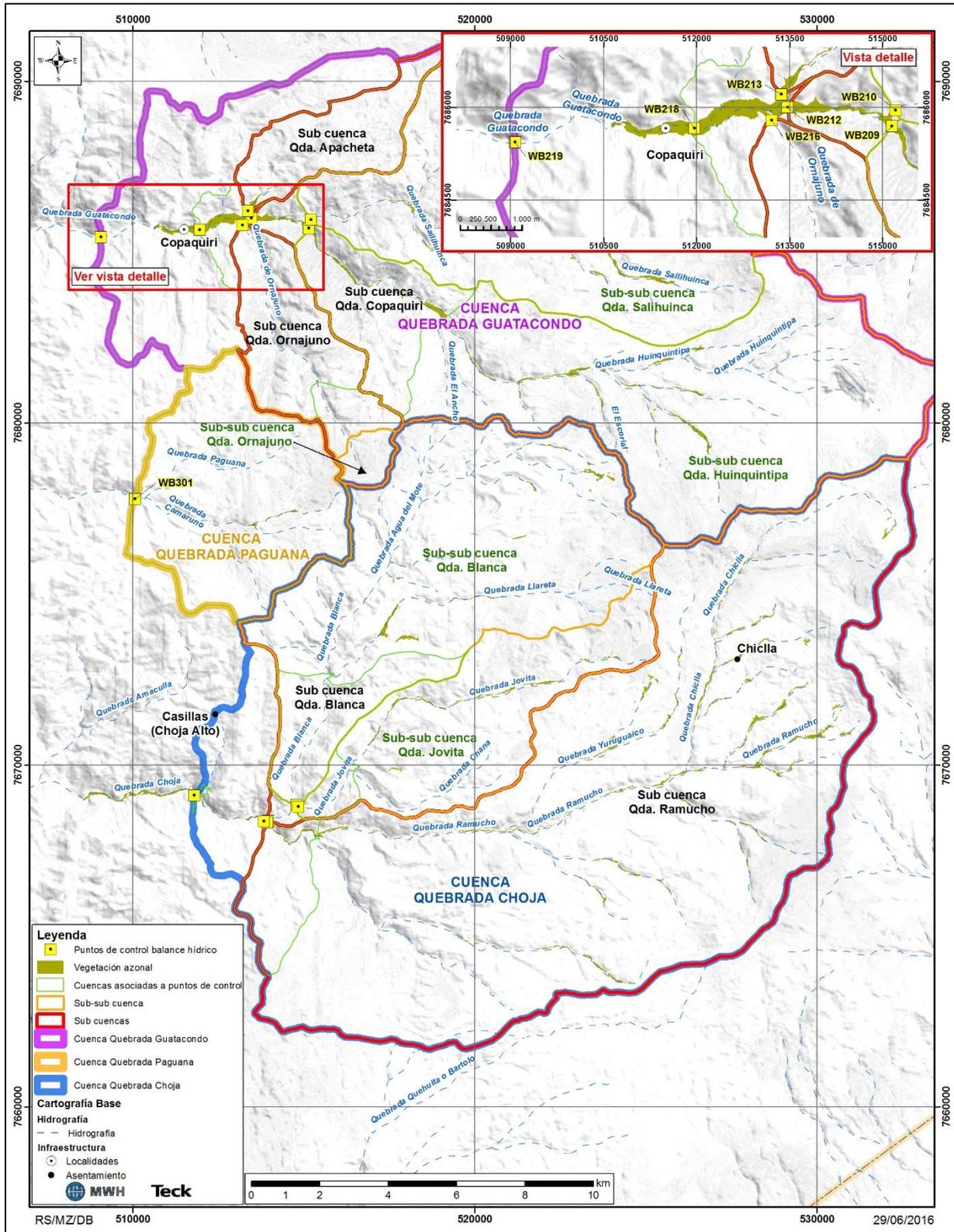


Tabla 4-140. Resultados Balance Hídrico para Pre-mina, Fin QB1, Operación y Cierre/Post-Cierre sub cuenca Ornajuno y Cuenca Quebrada Guatacondo.

Punto	Escenario	Es. D (l/s)	Qb (*) (l/s)	Es. S (*) (l/s)	Qp (l/s)
Q. Ornajuno aguas arriba de la confluencia con Copaquiri (WB216)	Pre-mina	1,6	3,6	5,2	0,0
	Fin QB1	1,6	3,6	5,2	0,0
	Operación	1,6	3,4	5,0	0,0
	Post-cierre	1,6	3,6	5,2	0,0
Q. Guatacondo a la salida del Área de Influencia (WB219)	Pre-mina	20,2	4,0	24,2	3,9
	Fin QB1	20,2	4,0	24,2	3,9
	Operación	20,1	3,8	23,9	3,9
	Post-cierre	20,2	4,0	24,2	3,9

(*): Para WB216 se asume un caudal subterráneo pasante despreciable de acuerdo a la información hidrogeológica que se presenta en la Línea Base Hidrogeológica del presente EIA. De esta forma el flujo base y la escorrentía superficial se derivan del resultado de Recarga Neta que entrega el balance hídrico.

Es. D: Escorrentía Directa; Qb: Flujo base;

Es. S: Escorrentía Superficial (ED+Qb); Qp: Flujo subterráneo pasante.

Luego para evaluar los efectos en términos de la Escorrentía Superficial, se determina el porcentaje de reducción (-) o aumento (+) de cada etapa respecto al Fin de la Fase 1, que en términos de la Escorrentía Superficial se considera la base comparativa, cuyos resultados se muestran en la Tabla 4-141.

Tabla 4-141. Cambio % Escorrentía Directa, Flujo Subterráneo Pasante, Flujo Base y Escorrentía Total c/r a Etapa Fase 1.

Punto	Escenario	Cambio % ED c/r a Fase 1	Cambio % Qb c/r a Fase 1	Cambio % Q sup total c/r a Fase 1	Cambio % Qp c/r a Fase 1
Q. Ornajuno aguas arriba de la confluencia con Copaquiri (WB216)	Operación	0%	-6%	-4%	0%
	Post-cierre	0%	0%	0%	0%
Q. Guatacondo a la salida del Área de Influencia (WB219)	Operación	0%	-5%	-1%	0%
	Post-cierre	0%	0%	0%	0%

ED: Escorrentía Directa; Qp: Flujo subterráneo pasante;

Qb: Flujo base; Q sup total: Escorrentía Superficial

De acuerdo a los resultados que se observan en la Tabla 4-140 y Tabla 4-141, en la etapa de Operación de QB2, en la quebrada Ornajuno aguas arriba de la confluencia con Copaquiri, no hay disminuciones de la Escorrentía Directa (en eventos puntuales ya que no hay flujo continuo), sólo hay una disminución de un 6% del Flujo Base, lo que conlleva a una disminución del orden de 4% de la Escorrentía Superficial, que corresponde a 0,2 l/s, lo que se considera despreciable.

Los efectos anteriores se ven reflejados, en la etapa de Operación en la parte baja de la quebrada Guatacondo (en la salida del Área de Influencia), con una disminución del 5% del Flujo Base y

1% de la Escorrentía Superficial, que corresponde a una disminución del orden de 0,3 l/s, lo que también se considera despreciable.

En la etapa de Cierre y Post-cierre, en los dos puntos no hay cambios en la Escorrentía Directa, el Flujo Subterráneo, el Flujo Base y consecuentemente la Escorrentía Superficial, respecto al Fin de QB1, lo que implica también que no hay variaciones respecto a la condición Pre-mina.

De esta forma, se puede establecer que la existencia del Proyecto QB en su Fase 2 (en específico la Planta de Procesos), respecto a la situación al Fin de la Fase 1, **no generará efectos** en la Escorrentía Directa y Superficial, tanto en quebrada Ornajuno aguas arriba de la confluencia con Copaquiri (WB216) como en quebrada Guatacondo a la salida del Área de Influencia (WB219)

c) Calificación del Impacto

En base a los antecedentes presentados anteriormente, se concluye que no se presentan efectos a la variable asociados a las partes, obras y acciones del Proyecto en evaluación, no generando por ende alteraciones directas o indirectas que requieran una calificación de impacto para este componente ambiental.

d) Jerarquización del Impacto

Consecuente con la explicación anterior, no es necesario jerarquizar, dado que no se produce un impacto en esta componente ambiental.

4.3.3.2.7 Hidrogeología

a) Síntesis Línea de Base y Valor Ambiental del Componente

La Línea de Base de Hidrogeología (Capítulo 3.2.8 del presente EIA) fue desarrollada con el objetivo de caracterizar las condiciones hidrogeológicas del Área de Influencia, antecedentes que forman parte del soporte técnico para la identificación y evaluación de impacto ambiental sobre el sistema de recursos hídricos subterráneos. La línea base incluye la revisión de antecedentes y estudios anteriores a nivel regional y local, la identificación de las principales características hidrogeológicas del área de interés, así como el desarrollo de un balance hídrico, lo cual lleva a conocer la extensión del sistema acuífero, definición y parametrización de unidades hidrogeológicas, piezometría y direcciones de flujo, esquema general del funcionamiento hidráulico del sistema hidrogeológico y balance hidrogeológico conceptual.

El Área de Influencia del componente hidrogeológico ha sido determinada en función de un área de estudio, que permite dar contexto al componente para la delimitación final del Área de Influencia en función de las características hidrogeológicas del sistema subterráneo, considerando a su vez, la ocurrencia potencial de impactos sobre los niveles, balance hídrico subterráneo o bien sobre los flujos pasantes. Además, este espacio mayor permite descartar efectos previsibles en sectores que no están directamente relacionados con las partes, obras y acciones del Proyecto y cuya delimitación comprende las cuencas de quebrada Choja, Guatacondo y Paguana. A su vez, el Área de Influencia ha sido dividida en seis sectores: Huinuintipa, Paguana, Mina-Planta, Aguas Abajo, Sureste Rajo y Ramucho-Choja. El detalle de la definición del Área de Influencia para la componente Hidrogeología se presenta en el acápite 2.3.1.7 del Capítulo 2 del presente EIA.

Respecto a la extensión regional del sistema acuífero, se considera que las divisorias de aguas subterráneas coinciden con las divisorias de aguas superficiales.

Se identificaron seis (6) unidades hidrogeológicas, que indican que la zona está dominada por rocas ígneas, de centenas de metros de espesor, aflorando en superficie y subyaciendo a otras unidades de rocas terciarias y depósitos sedimentarios recientes. La baja permeabilidad del macizo rocoso ígneo resulta en un terreno relativamente de baja transmisividad. En la Tabla 4-142 se resumen los parámetros hidráulicos estimados.

Las formaciones de mayor permeabilidad corresponden a los depósitos coluvio-fluvio-aluviales no consolidados, que se encuentran en el fondo de las quebradas. Cubren aproximadamente 5% de la superficie del Área de Influencia de la componente Hidrogeología. En los sectores en donde estos sedimentos se encuentran saturados con agua, representan acuíferos freáticos someros locales.

Tabla 4-142. Resumen de parámetros hidráulicos estimados.

Unidad Hidrogeológica	Descripción litológica equivalente	Conductividad hidráulica (m/d)	Ss (1/m)	Sy (-)
UH1: Depósitos fluviales, aluviales y coluviales	Depósitos fluviales, aluviales y coluviales	$1,2 \times 10^{-2}$ a $1,7 \times 10^{+2}$	1×10^{-4}	5% – 25%
UH2: Ignimbritas de la Formación Carcote	Ignimbritas de la Formación Carcote	$3,9 \times 10^{-1}$ a 1,7	1×10^{-5}	1% – 10%
UH3: Formación Papajoy superior y gravas terciarias	Formación Papajoy superior y gravas terciarias	$8,6 \times 10^{-6}$ a 1,7	1×10^{-6}	1% – 5%
UH4: Rocas sedimentarias	Rocas sedimentarias	$3,0 \times 10^{-6}$ a $4,3 \times 10^{-1}$	1×10^{-7}	0,1% - 1%
UH5a: Unidad de rocas ígneas y metamórficas superior	Rocas ígneas y metamórficas superior	$1,5 \times 10^{-7}$ a 4,3	1×10^{-7}	0,5% - 1%
UH5b: Unidad de rocas ígneas y metamórficas inferior	Rocas ígneas y metamórficas inferior	$3,7 \times 10^{-7}$ a $4,8 \times 10^{-2}$	1×10^{-7}	0,01% - 0,5%
UH6a: Fallas regionales superior	Fallas regionales superior	$2,6 \times 10^{-6}$ a $8,6 \times 10^{-2}$	1×10^{-7}	0,1% - 1%
UH6b: Fallas regionales inferior	Fallas regionales inferior	$4,3 \times 10^{-6}$ a $2,9 \times 10^{-3}$	1×10^{-7}	0,1% - 1%

Fuente: Anexo 3.2.8-1 del Capítulo 3 del EIA.

Debido a la geometría de las quebradas, los acuíferos freáticos tienen forma elongada y están sujetos a los gradientes topográficos fuertes de las quebradas que los albergan. Reducciones en el área de la sección transversal, debido a un angostamiento de la quebrada, o un alza en la elevación del macizo rocoso, pueden resultar en la descarga de agua subterránea almacenada en los sedimentos como flujo superficial. Aguas abajo, si el área seccional del relleno sedimentario de la quebrada aumenta otra vez, gran parte del flujo superficial puede re-infiltrar.

A pesar de que en términos generales el macizo rocoso posee baja permeabilidad, existen ensayos puntuales que indican valores relativamente más altos, asociados a diferentes grados de fracturamiento y meteorización.

Los acuíferos freáticos locales de las quebradas funcionan como drenes para el sistema de agua subterránea del macizo rocoso, en los sectores donde fracturas transmisivas del macizo afloran en el lecho de las quebradas en contacto con estos sedimentos. La descarga de agua subterránea desde el macizo rocoso ayuda a mantener el flujo base de los acuíferos someros durante la estación seca del año. El agua subterránea que fluye por los acuíferos elongados de las quebradas soporta las comunidades de vegetación azonal (humedales, bofedales, pajonales), que son características de este ambiente de cordillera del norte de Chile.

La baja tasa de precipitación meteórica junto con la concentración de la lluvia en eventos estivales infrecuentes pero intensos, además de la baja permeabilidad del macizo rocoso, los elevados gradientes topográficos y la elevada evapotranspiración potencial, resultan en una baja tasa de recarga al sistema de agua subterránea. El estudio hidrológico estima una recarga total al sistema subterráneo de 131,2 l/s, asociado a un coeficiente de infiltración de 8%. De esta recarga total, 77 l/s se incorporan por la cuenca de quebrada Guatacondo, 52 l/s por la cuenca de quebrada Choja y 2,2 l/s por la cuenca de quebrada Paguana. Por otro lado, la subcuenca de quebrada

Blanca (parte de la cuenca de quebrada Choja) tiene una recarga estimada en 13,4 l/s. El esquema conceptual del funcionamiento del sistema hidrogeológico se presenta en la Figura 4-61.

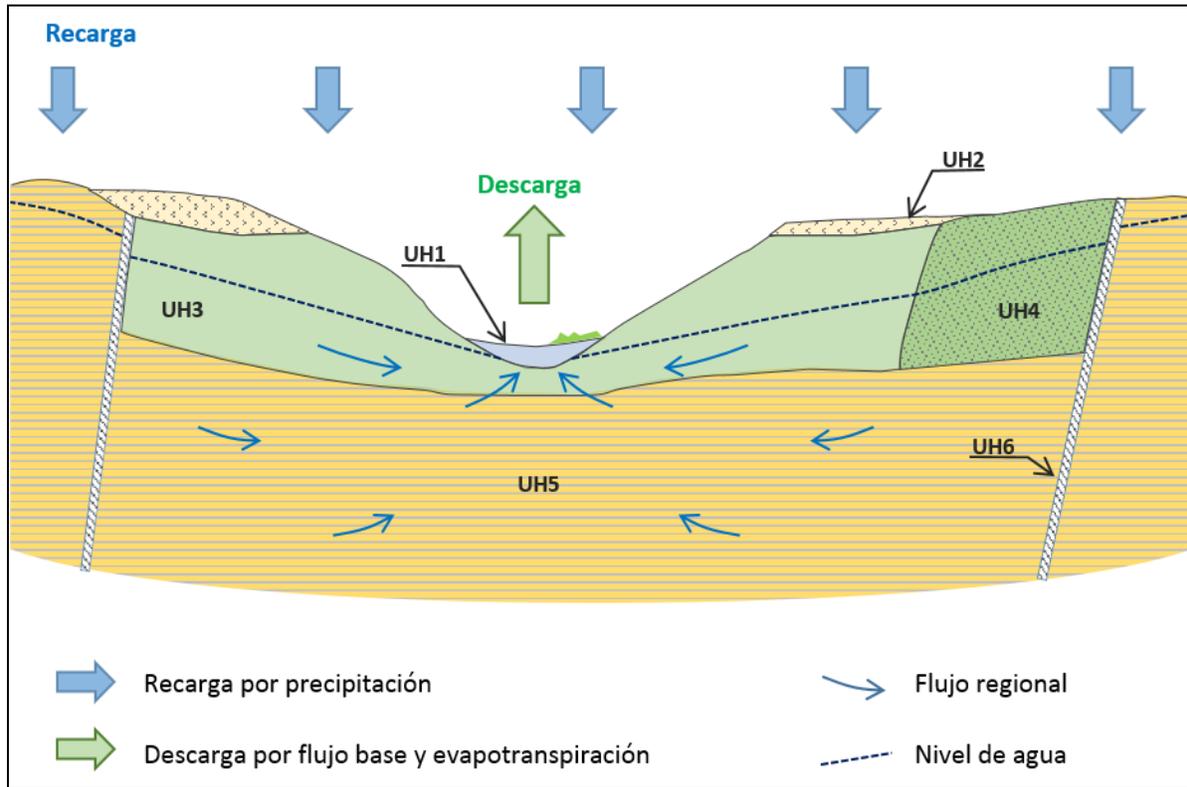
Para la situación pre-mina, es decir, con anterioridad al año 1994, se estima un balance hídrico en régimen permanente, en donde toda la recarga de 131,2 l/s es descargada a través de evapotranspiración en las zonas de vegetación azonal, de afloramientos y de la descarga subterránea en las salidas de las cuencas de quebrada Guatacondo y Choja a través de los depósitos no consolidados de las quebradas.

Para el año 2015 se estima un balance hídrico que considera las descargas y recargas antrópicas del sector, siendo la mayor de ellas la descarga asociada al drenaje del rajo de CMDIC (Rosario), que se estima en el rango de 5 a 51 l/s. La descarga asociada al drenaje histórico del rajo de CMTQB no supera los 7 l/s, por lo que no modificaría considerablemente la dinámica del flujo subterráneo en el Área de Influencia de la componente Hidrogeología. Lo mismo se concluye para los demás términos de recargas y descargas antrópicas: reposición PTAS (5 l/s), infiltraciones desde Botadero de Lixiviación de Sulfuros (0,6 l/s) y bombeo Cortina Hidráulica N° 1 (0,6 l/s). Estos términos pueden eventualmente tener efectos locales, pero no modificarían considerablemente el sistema de flujo a nivel regional, lo que se verifica en base a los niveles piezométricos medidos en la subcuenca de quebrada Blanca.

La superficie piezométrica actual varía entre aproximadamente 3.470 y 4.580 m s.n.m. en la zona donde se dispone de pozos de monitoreo. La dirección de flujo general es en sentido Este-Oeste en las cuencas de Guatacondo, Choja y Paguana, y Noreste-Suroeste a lo largo de la quebrada Blanca. Este flujo coincide en términos generales con el gradiente topográfico y con la dirección del drenaje superficial. La excepción la constituye el área de los rajos de CMTQB y CMDIC (Rosario), donde las excavaciones han inducido un efecto sumidero que ha hecho disminuir los niveles piezométricos en su entorno. Para el caso del rajo de CMTQB la depresión de niveles es acotada al entorno de éste debido a la relativamente baja difusividad del sistema. En la Figura 4-62 y Figura 4-63, se presentan los mapas piezométricos en condición de pre-minado (1993) y año 2015, respectivamente.

Para mayor información revisar el acápite 3.2.8 “Hidrogeología” del Capítulo 3 “Línea de Base”.

Figura 4-61. Esquema conceptual sistema hidrogeológico.



Fuente: Capítulo 3.2.8 Línea de Base Hidrogeología.

Figura 4-62. Mapa piezométrico condición pre-minado (1993).

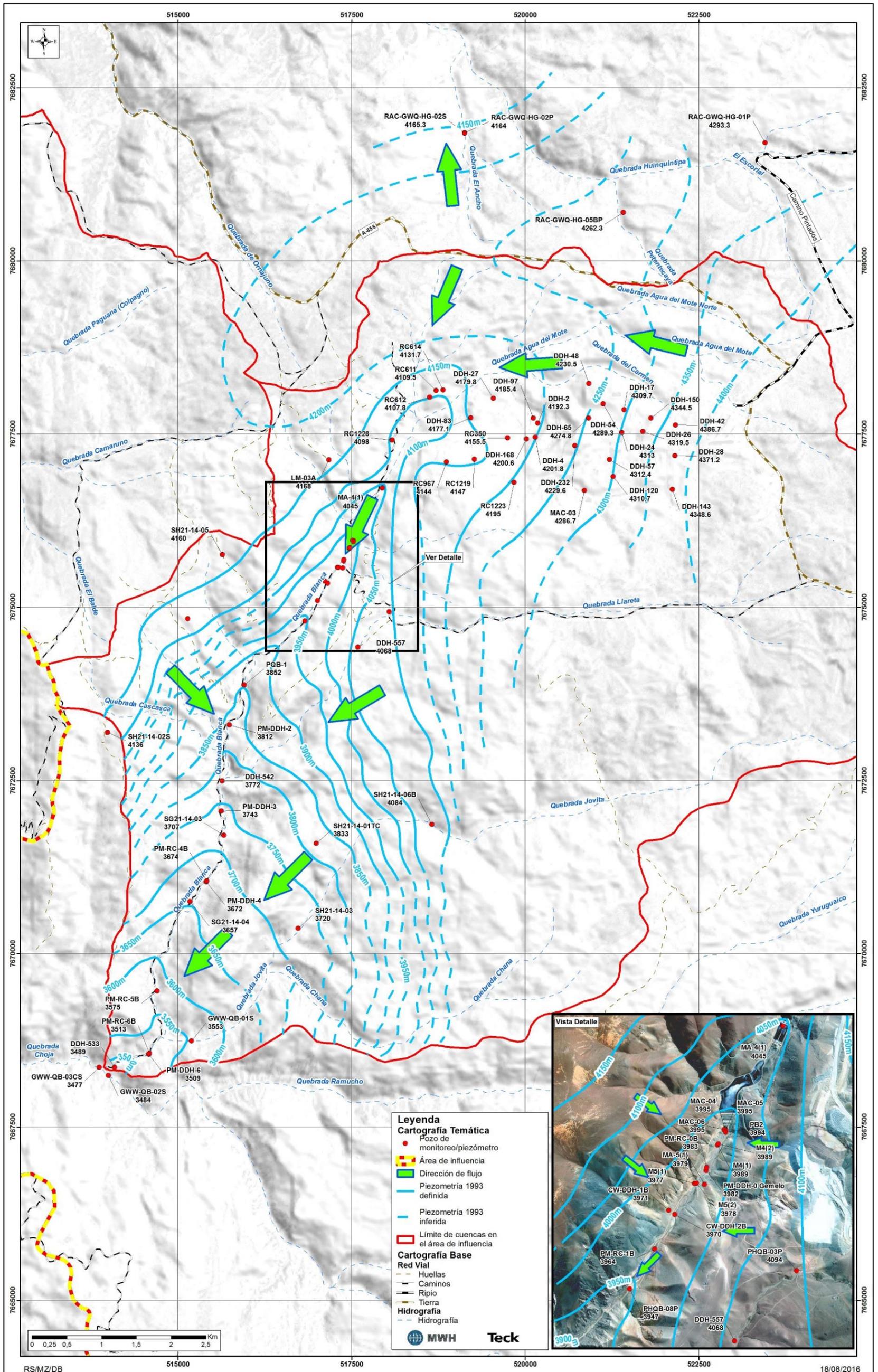
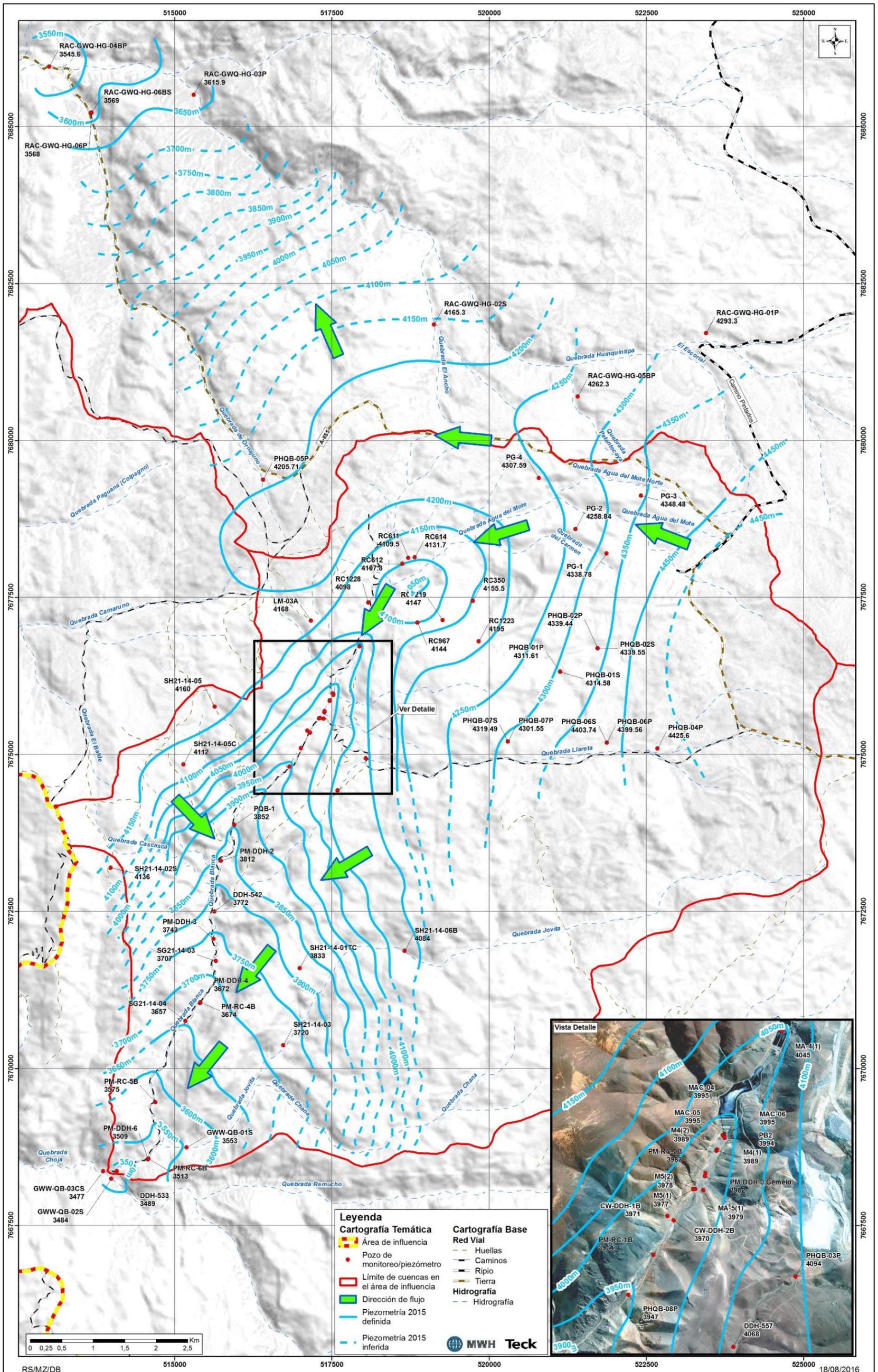


Figura 4-63. Mapa piezométrico año 2015.



Fuente: Elaboración Propia.

b) Identificación del Impacto

La identificación de impactos sobre la componente Hidrogeología se realiza respecto a las modificaciones que el Proyecto somete a evaluación ambiental mediante el presente EIA, procediendo en una primera instancia a identificar las interacciones entre el emplazamiento de obras del Proyecto y la variable recurso hídrico subterráneo. Este análisis se vincula principalmente a los potenciales efectos en el flujo subterráneo pasante aguas abajo del Depósito de Relaves, debido a las infiltraciones desde el mismo depósito y desde los Botaderos de Estériles y Acopios Marginal, y a los potenciales efectos asociados a la alteración de la piezometría del sistema acuífero producto de la profundización del Rajo.

Cabe señalar que, para efectos de evaluar los potenciales efectos sobre los Recursos Hídricos, se consideran todas las medidas ambientales u obras para el manejo de aguas diseñadas e incorporadas en el Proyecto.

b.1) Alteración del flujo pasante debido a Infiltraciones desde el Depósito de Relaves

De acuerdo a los diseños de ingeniería desarrollados para la Fase 2 del Proyecto Quebrada Blanca, toda potencial infiltración desde el Depósito de Relaves quedará contenida al interior de la sub-subcuenca quebrada Blanca, aguas arriba de la Cortina Hidráulica N°2 y/o Sistema Cortafugas N°2 (Figura 4-64), lo cual fue verificado a través de los modelos hidrogeológicos conceptual y numérico del Depósito de Relaves y del Sistema Cortafugas N°2 (Golder, 2016) (Anexo 4.2.7 del EIA). A su vez, la operación del Sistema de Inyección N°2, ubicado aguas abajo del Sistema Cortafugas N°2 (Figura 4-64), evitará alteraciones del flujo pasante hacia cuencas aledañas y especialmente en sectores localizados aguas abajo del depósito. A continuación, se sintetizan los argumentos técnicos:

- De acuerdo al balance hídrico que se muestra en la Tabla 4-143, el Modelo del Depósito de Relaves verifica que la infiltración desde el depósito quedaría contenida dentro de la sub-subcuenca quebrada Blanca, siendo una porción retenida en el suelo bajo el depósito de relaves, otra porción dirigiéndose al sistema de drenes basales del muro, y el resto dirigiéndose a la Cortina Hidráulica N°2 y/o al Sistema Cortafugas N°2 (Depósito a Q. Blanca en Tabla 4-143), tanto para el periodo de operación como para el cierre. Este resultado se verifica además a través del seguimiento de partículas simulado mediante el Modelo del Depósito de Relaves para el periodo de operación (Figura 4-65) y periodo de cierre/post-cierre (Figura 4-66), el que indica que todas las partículas provenientes desde el depósito viajan de manera advectiva en dirección a la quebrada Blanca, hacia la Cortina Hidráulica N°2 y/o Sistema Cortafugas N°2, obra de respaldo o redundante a la Cortina Hidráulica N°2.
- El Modelo del Sistema Cortafugas N°2 verifica que la Cortina Hidráulica N°2 es 100% eficiente en la captura del flujo proveniente a través de los depósitos no consolidados de la quebrada Blanca (Tabla 4-144), en el escenario de operación normal. En caso de falla o mantenimiento de una parte de los pozos de la Cortina Hidráulica N°2, el escenario de

contingencia evaluado (reducción del 50% del caudal de bombeo de la Cortina Hidráulica N°2) indica que la operación conjunta de la Cortina Hidráulica N°2 y del Sistema Cortafugas N°2 continúa siendo 100% eficiente en la captura del flujo (Tabla 4-144). Este resultado se verifica además a través del seguimiento de partículas simulado mediante el Modelo del Sistema Cortafugas N°2, el que indica que todas las partículas provenientes desde el depósito son capturadas por la Cortina Hidráulica N°2 para el escenario de operación normal (Figura 4-67), y por la Cortina Hidráulica N°2 y el Sistema Cortafugas N°2 para el escenario con falla o mantenimiento (Figura 4-68).

- Aguas abajo del Sistema Cortafugas N°2 se ubica el Sistema de Inyección N°2 (Figura 4-64), que se encarga de reponer el caudal proveniente por la quebrada Blanca, generando consecuentemente que el Proyecto QB2 no altere el flujo pasante hacia aguas abajo. El Sistema de Inyección N°2 repondrá un caudal de 8 l/s durante el periodo de operación y 4,1 l/s durante el periodo de cierre y post-cierre (Plan de Seguimiento Ambiental de Recursos Hídricos – Área Mina, Anexo 9.2.2.4 del Capítulo 9 del EIA).

En base a lo anteriormente expuesto se verifica que las infiltraciones desde el Depósito de Relaves quedarán contenidas al interior de la sub-subcuenca quebrada Blanca, aguas arriba de la Cortina Hidráulica N°2 y/o Sistema Cortafugas N°2 (Figura 4-64), tanto para la fase de operación como para el cierre/post-cierre. Por otro lado, el Sistema de Inyección N°2, ubicado aguas abajo del Sistema Cortafugas N°2 (Figura 4-64), evitará alteraciones del flujo pasante hacia aguas abajo.

Adicionalmente, se puede concluir que, dado que el diseño de ingeniería permite contener las filtraciones desde el Depósito de Relaves, la presencia de éste no produce efectos de filtraciones hacia cuencas vecinas, como por ejemplo quebrada Jovita y quebrada Ramucho, como se aprecia en las Figuras 4-65 y 4-66, para la operación y cierre/post-cierre, respectivamente.

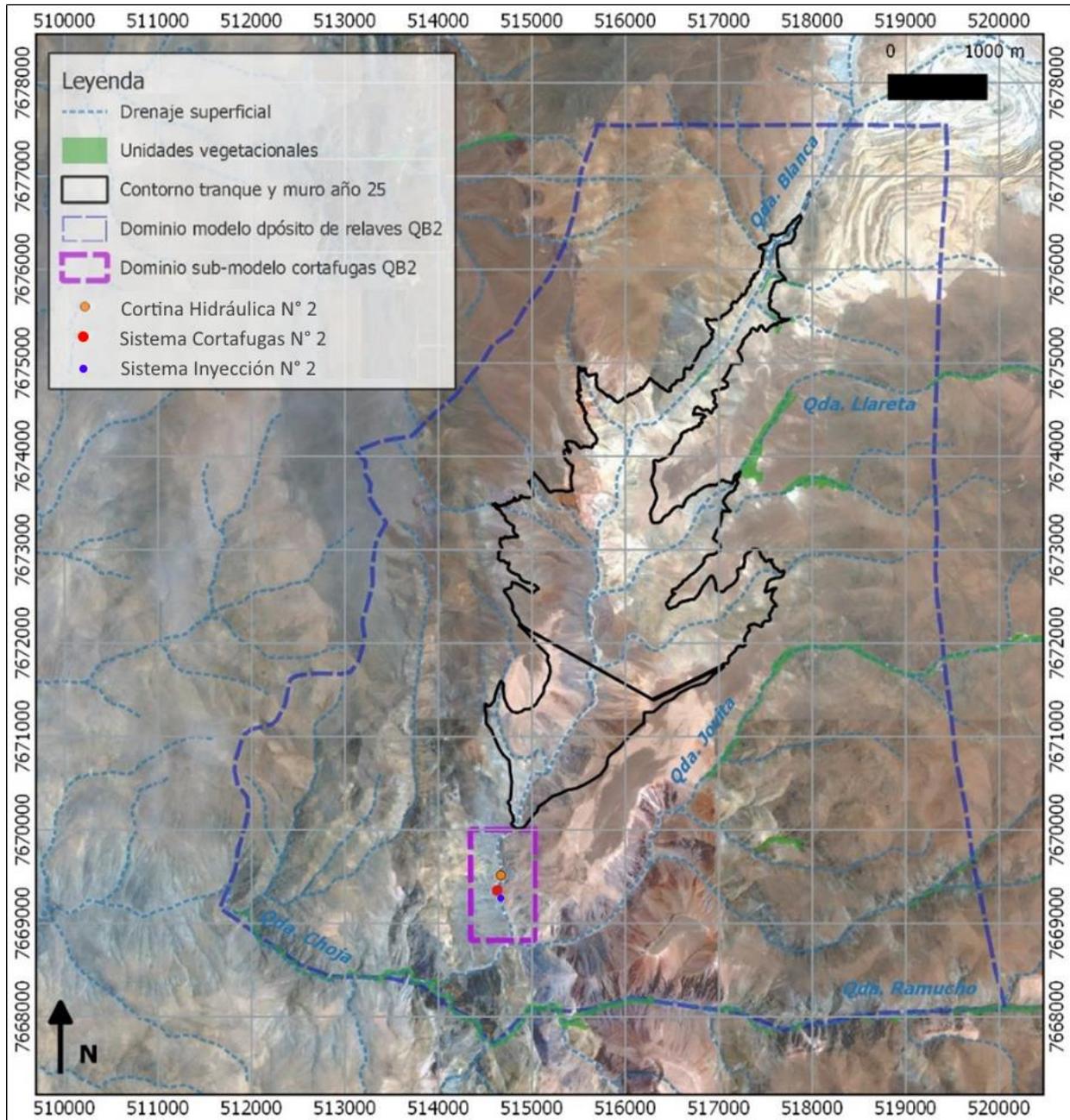
b.2) Alteración del flujo pasante debido a Infiltraciones desde los Botaderos de Estériles y Acopios Marginales y de Mineral

Las eventuales infiltraciones desde los Botaderos de Estériles Norte y Sur, y Acopios Marginal y de Mineral Norte y Sur no producen alteración del flujo pasante aguas abajo del Depósito de Relaves, tal como se demuestra en el Estudio Hidrogeológico Regional de SWS (2016) (Anexo 3.2.8-1 del EIA). Este estudio incluyó el desarrollo de un modelo hidrogeológico conceptual, y de un modelo numérico de flujo y seguimiento de partículas, que permitió evaluar las trayectorias de las partículas provenientes desde los botaderos de estériles, acopios marginales y de mineral.

Se colocaron partículas en toda la superficie de las mencionadas instalaciones, ejecutándose una simulación predictiva, cuyos resultados muestran que el 100% de las partículas realizan una trayectoria ya sea hacia la cabecera del Depósito de Relaves o hacia el rajo, sin migrar hacia cuencas vecinas. Esto fue demostrado tanto para el Botadero de Estériles Norte y Acopios Marginal y de Mineral Norte en operación (Figura 4-69) y cierre/post-cierre (Figura 4-70), como para el Botadero de Estériles Sur y Acopios Marginal y de Mineral Sur en operación (Figura 4-71) y cierre/post-cierre (Figura 4-72).

En síntesis, el Modelo Regional (SWS, 2016) (Anexo 3.2.8-1 del EIA) indica que la trayectoria de las partículas provenientes de los Botaderos de Estériles Norte y Sur, y de los Acopios Marginal y de Mineral Norte y Sur, queda circunscrita al área de la sub-subcuenca quebrada Blanca, en donde parte de las partículas son capturadas por el rajo CMTQB, y otras viajan hacia la quebrada principal, llegando al Depósito de Relaves de QB2, sin desplazarse hacia cuencas vecinas, como por ejemplo Huinquintipa.

Figura 4-64. Ubicación de Cortina Hidráulica N°2, Sistema Cortafugas N°2 y Sistema de Inyección N°2.



Fuente: Modificado de Golder (2016) (Anexo 4.2.7 del EIA).

Tabla 4-143. Balance hídrico bajo el depósito de relaves calculado por Modelo del Depósito de Relaves.

Fase	Fecha	Entradas			Total entradas	Salidas + almacenamiento				Total salidas
		Flujos laterales y recarga ⁽¹⁾ (l/s)	Inyección N°1 – Cortafugas N°1 ⁽²⁾ (l/s)	Infiltración depósito ⁽³⁾ (l/s)		Depósito a Q. Blanca ⁽⁴⁾ (l/s)	Almacenamiento bajo depósito ⁽⁵⁾ (l/s)	Drenes muro (l/s)	Cortina Hidráulica N°1 ⁽⁶⁾ (l/s)	
Operación	2023	1,1	0,7	32,2	34,0	3,2	28,9	1,4	0,6	34,1
	2026	1,2	0,9	26,4	28,5	3,2	7,6	17,1	0,6	28,5
	2034	2,1	0,0	26,1	28,1	3,3	5,7	19,1	0,0	28,1
	2047	1,7	0,0	21,2	22,9	3,3	3,3	16,3	0,0	22,9
Cierre y Post-cierre	2100	1,4	0,0	14,0	15,4	3,3	-0,9	13,0	0,0	15,4
	2147	1,4	0,0	10,7	12,1	3,3	-0,8	9,6	0,0	12,1
	2247	1,3	0,0	7,4	8,7	3,2	-0,3	5,8	0,0	8,7
	2347	1,2	0,0	5,8	7,1	3,2	-0,2	4,0	0,0	7,1
	2547	1,2	0,0	4,6	5,9	3,2	-0,1	2,7	0,0	5,9

Nota 1: El área de balance corresponde a todas las unidades hidrogeológicas naturales ubicadas bajo la extensión máxima del Depósito de Relaves (Figura 4-64).

Nota 2: Por efectos de redondeo, para algunas fechas los términos del balance no suman exactamente los totales de entrada y salida.

(1): Corresponde a la recarga natural y a todos los flujos subterráneos entrantes al área de balance.

(2): Términos asociados al Sistema de Inyección N°1 y Sistema Cortafugas N°1, los que operan hasta diciembre del año 2032, cuando cambian de posición.

(3): Corresponde a la infiltración neta desde el Depósito de Relaves a las unidades hidrogeológicas naturales.

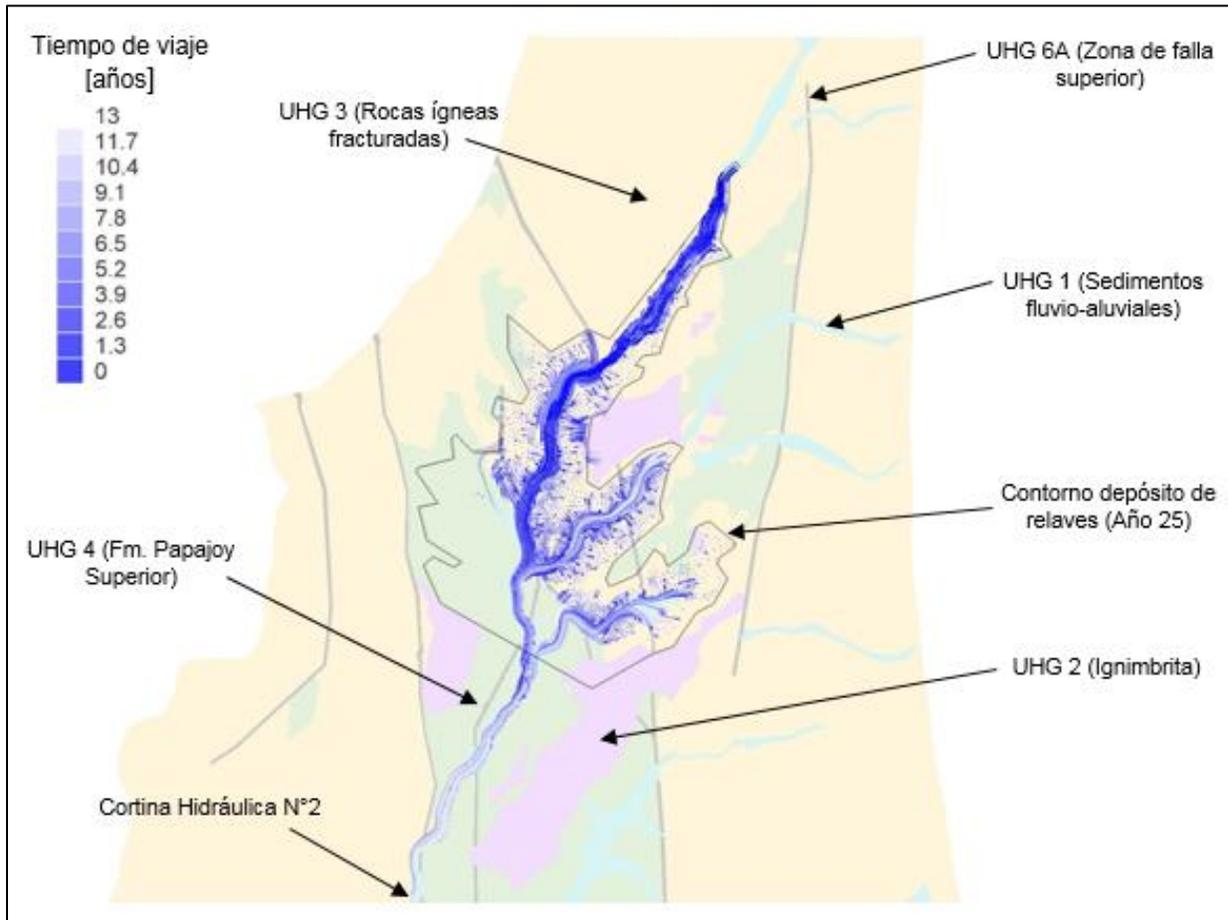
(4): El término “Depósito a Q. Blanca” es interceptado por la Cortina Hidráulica N°2.

(5): Almacenamiento positivo indica que volumen de agua almacenado en las unidades hidrogeológicas naturales bajo el depósito aumenta, mientras que almacenamiento negativo indica que volumen almacenado disminuye.

(6): Término asociado a la Cortina Hidráulica N°1, la que opera hasta diciembre del año 2032, cuando cambia de posición.

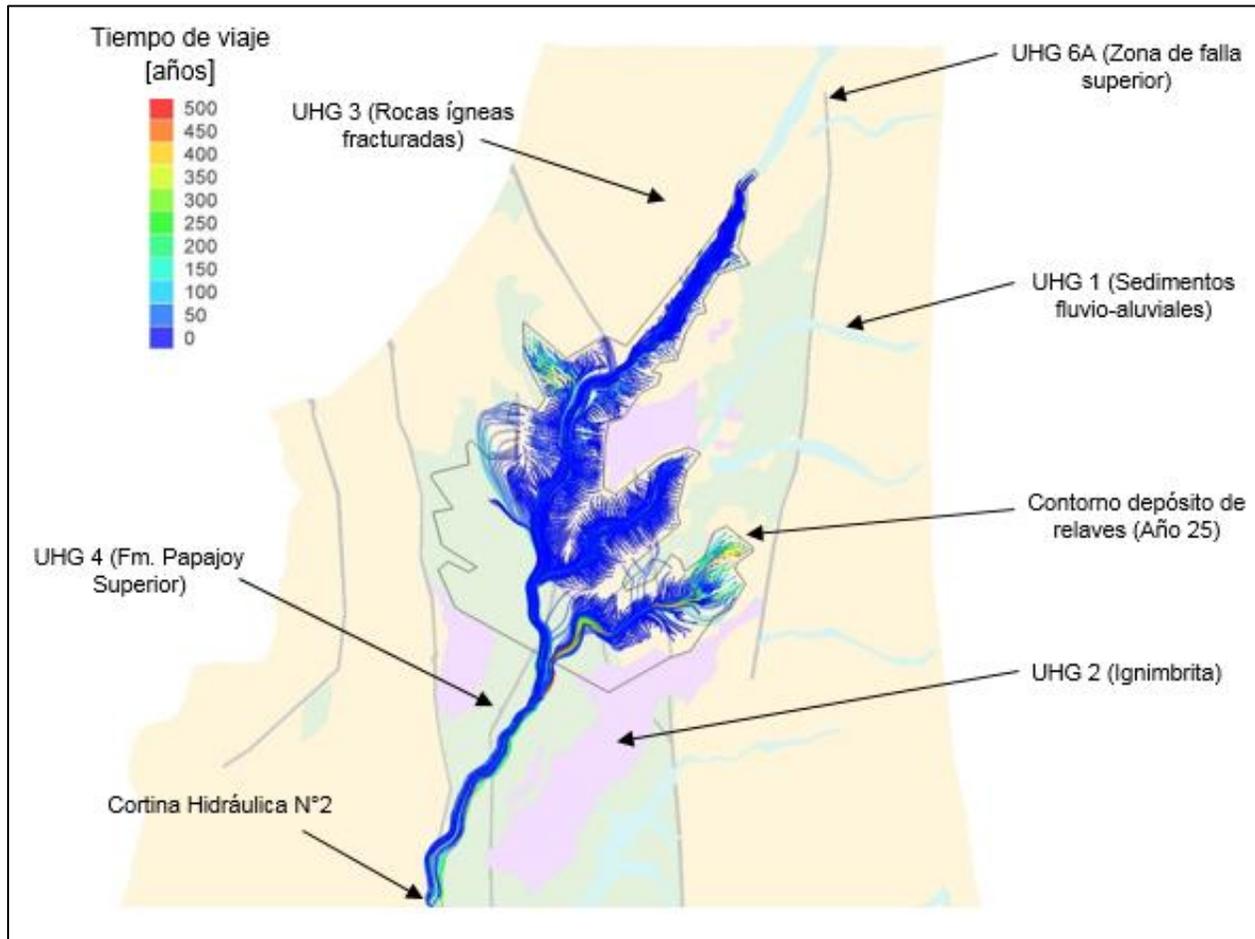
Fuente: Elaboración Propia, basado en Golder (2016) (Anexo 4.2.7 del EIA).

Figura 4-65. Seguimiento de partículas periodo de operación de QB2 considerando condición de carga más desfavorable (año 2046). Modelo del Depósito de Relaves.



Fuente: Modificado de Golder (2016) (Anexo 4.2.7 del EIA).

Figura 4-66. Seguimiento de partículas para el periodo de cierre/post-cierre. Modelo del Depósito de Relaves.



Fuente: Modificado de Golder (2016) (Anexo 4.2.7 del EIA).

Tabla 4-144. Eficiencia de captura de Cortina Hidráulica N°2 y Sistema Cortafugas N°2 calculado por Modelo del Sistema Cortafugas N°2.

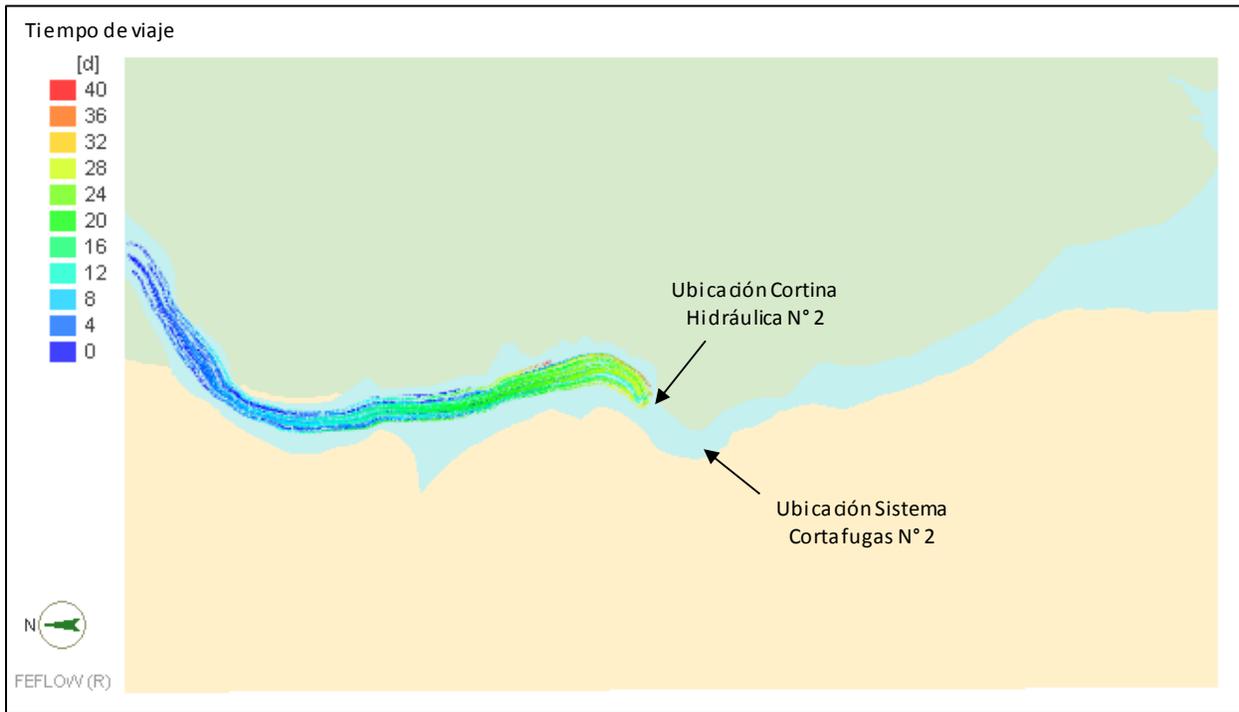
Escenario	Caudal afluente depósitos no consolidados (l/s)	Bombeo Cortina Hidráulica N°2 (l/s)	Bombeo Sistema Cortafugas N°2 (l/s)	Eficiencia sistema ⁽¹⁾ (%)
Operación normal: Sólo Cortina Hidráulica N°2	8,0	8,0	0,0	100
Escenario contingencia: Cortina Hidráulica N°2 en 4 l/s	8,0	4,0 ⁽²⁾	4,1 ⁽²⁾	100

(1): La eficiencia se mide respecto del flujo afluente a través de los depósitos no consolidados de la quebrada.

(2): Extracción total de Cortina Hidráulica N°2 y Sistema Cortafugas N°2 supera los 8 l/s debido a almacenamiento y captura de flujo desde las unidades de roca.

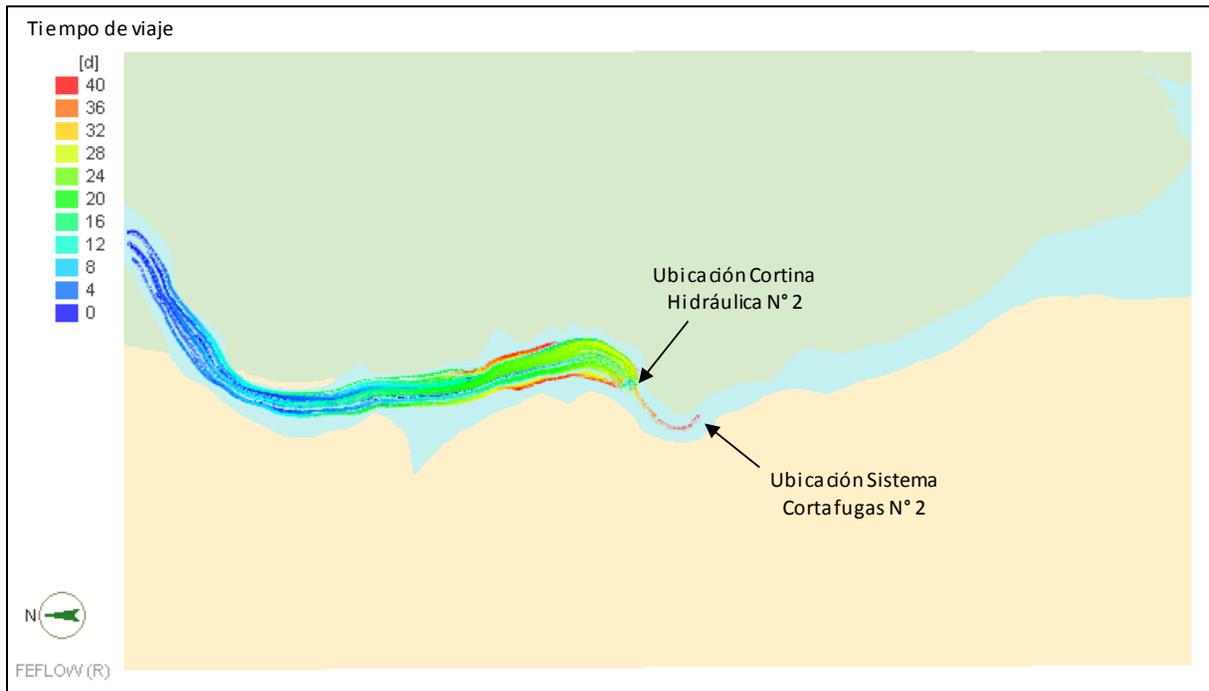
Fuente: Elaboración Propia, basado en Golder (2016) (Anexo 4.2.7 del EIA).

Figura 4-67. Seguimiento de partículas originadas en aluvial saturado en Modelo del Sistema Cortafugas N°2, operación normal.



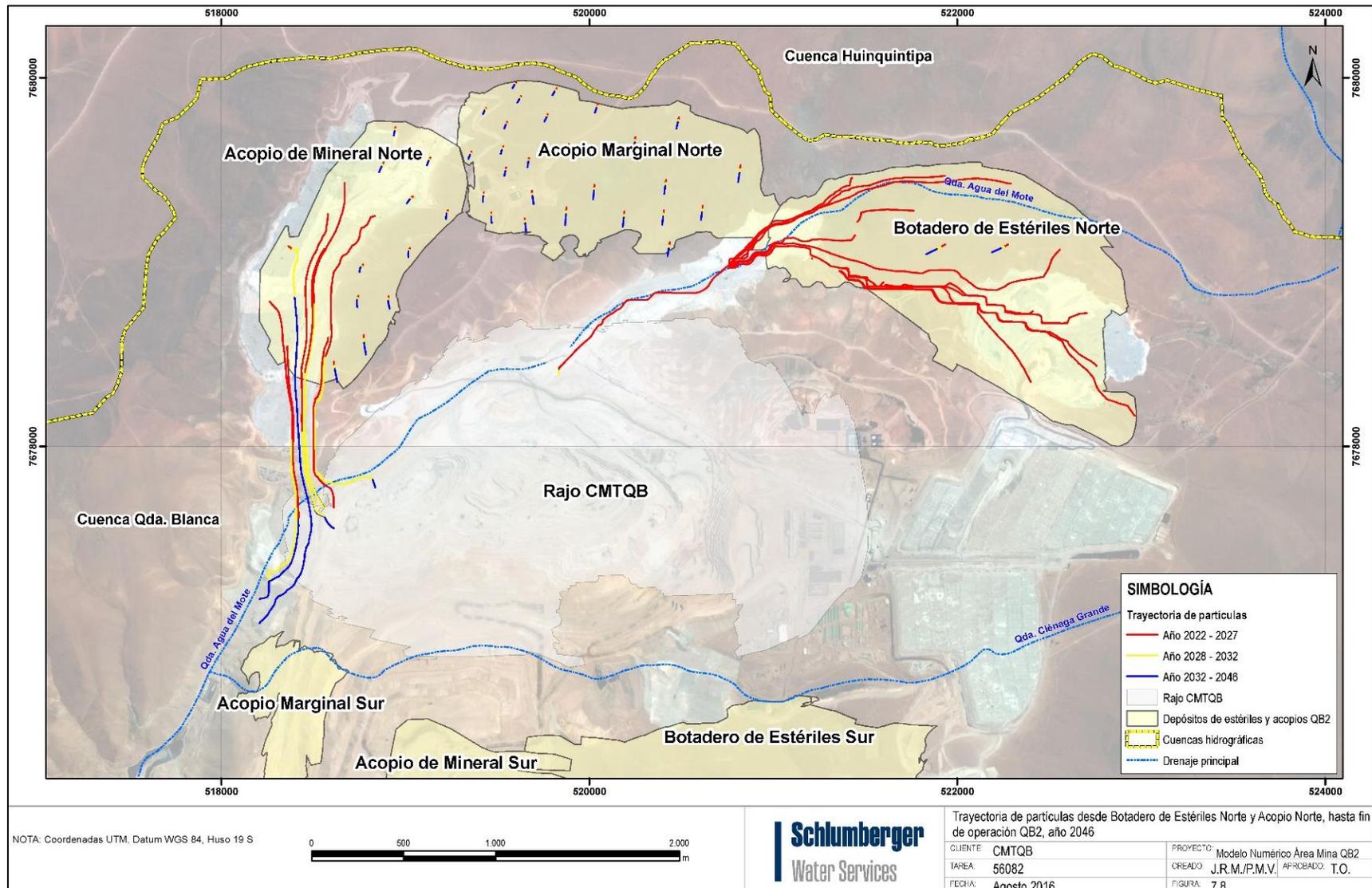
Fuente: Golder (2016) (Anexo 4.2.7 del EIA).

Figura 4-68. Seguimiento de partículas originadas en aluvial saturado en Modelo del Sistema Cortafugas N°2, escenario contingencia evaluado.



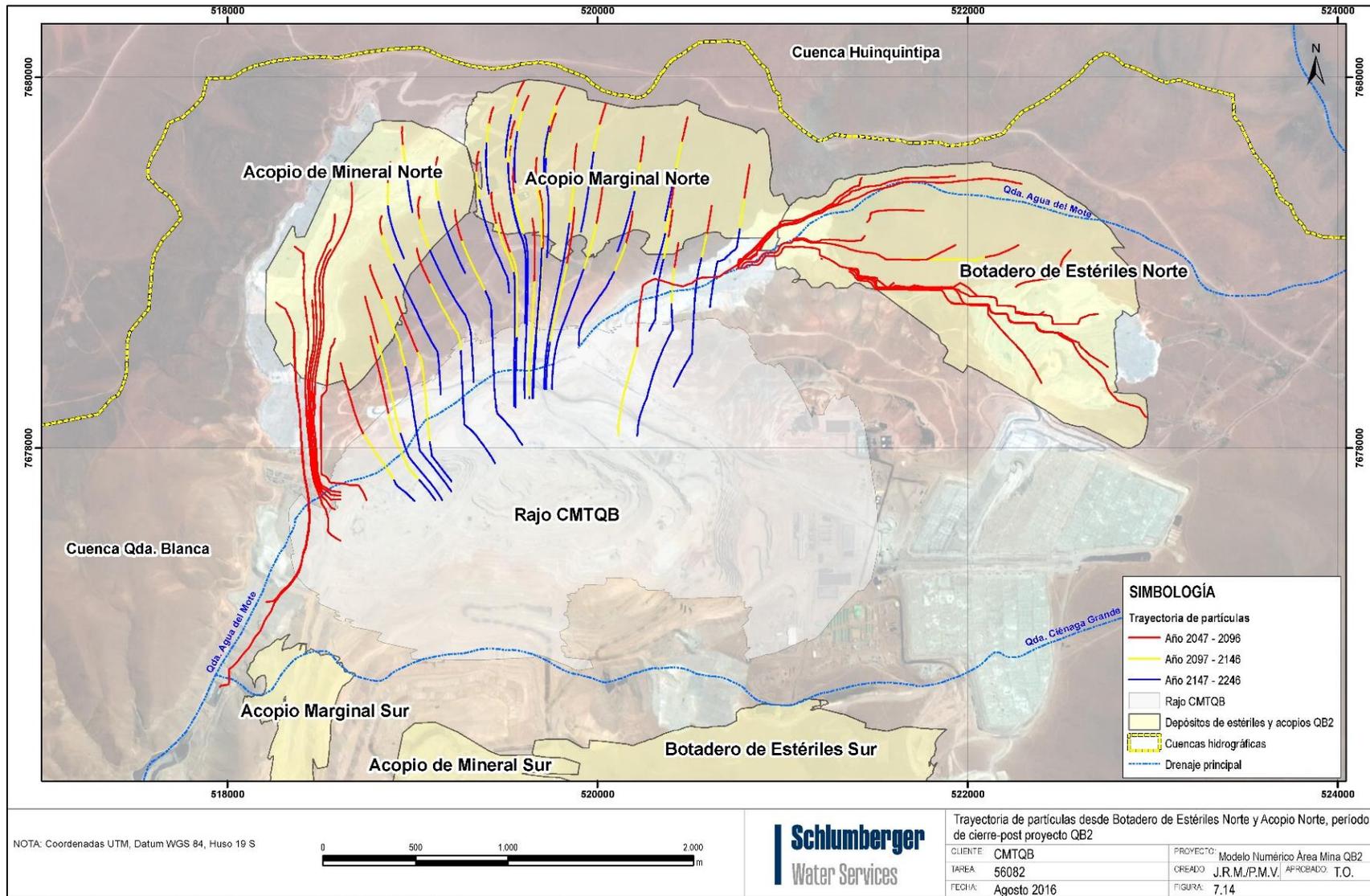
Fuente: Golder (2016) (Anexo 4.2.7 del EIA).

Figura 4-69. Seguimiento partículas desde Botadero de Estériles Norte, Acopio Marginal Norte y Acopio de Mineral Norte, periodo operación QB1.



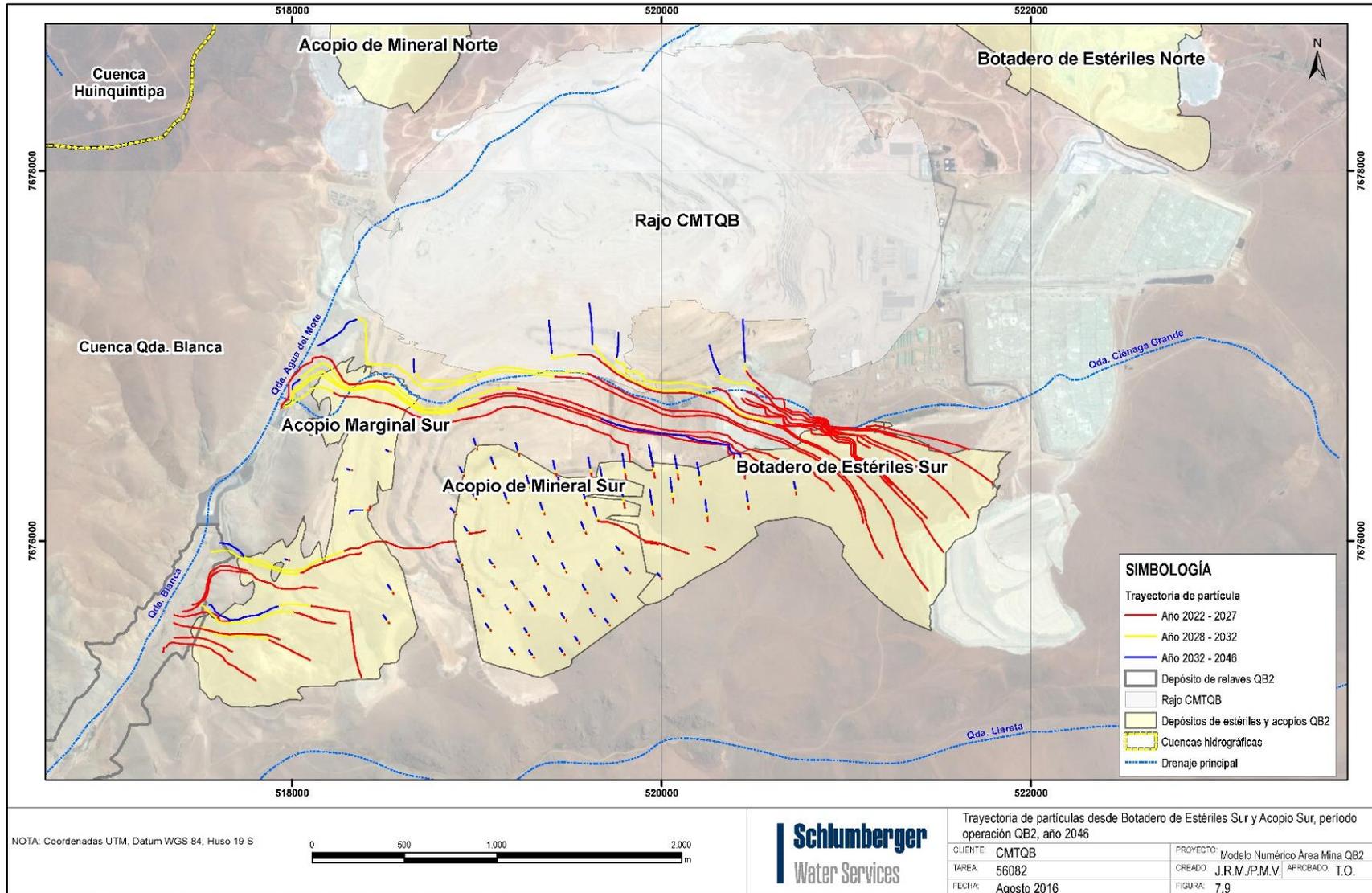
Fuente: SWS (2016) (Anexo 3.2.8-1 del EIA).

Figura 4-70. Seguimiento partículas desde Botadero de Estériles Norte, Acopio Marginal Norte y Acopio de Mineral Norte, periodo de cierre/post-cierre QB2.



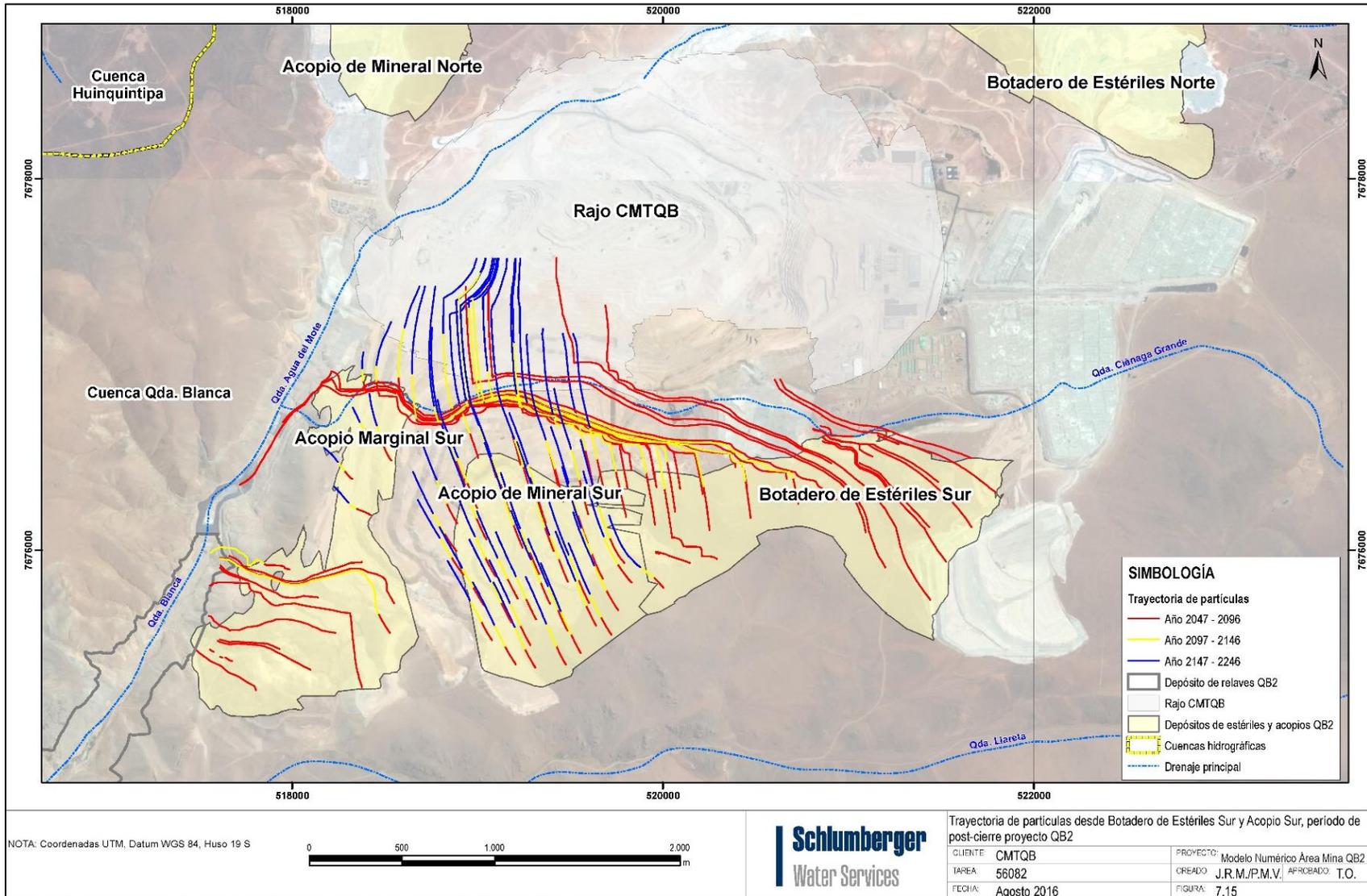
Fuente: SWS (2016) (Anexo 3.2.8-1 del EIA).

Figura 4-71. Seguimiento partículas desde Botadero de Estériles Sur, Acopio Marginal Sur y Acopio de Mineral Sur, periodo operación QB2.



Fuente: SWS (2016) (Anexo 3.2.8-1 del EIA).

Figura 4-72. Seguimiento partículas desde Botadero de Estériles Sur, Acopio Marginal Sur y Acopio de Mineral Sur, periodo de cierre/post-cierre QB2.



Fuente: SWS (2016) (Anexo 3.2.8-1 del EIA).

b.3) Cambios de Niveles Freáticos por Profundización del Rajo

El Proyecto produce efectos sobre el nivel freático del sistema subterráneo, producto de la profundización de su rajo, principalmente en el entorno de éste, y limitados a la subcuenca de quebrada Blanca Superior, resultado verificado a través del Estudio Hidrogeológico Regional de SWS (2016) (Anexo 3.2.8-1 del EIA), que incluyó el desarrollo de un modelo conceptual y numérico regional. El Modelo Regional, que fue calibrado para la situación pre-mina y verificado para la situación actual, y que es por lo tanto representativo del sistema acuífero, permitió evaluar el efecto de la profundización del rajo sobre el sistema subterráneo respecto de la condición base definida por el EIA “Actualización Proyecto Minero Quebrada Blanca”.

La Figura 4-73 muestra un mapa en planta con los isodescensos de nivel en el entorno del rajo calculados por el Modelo Regional para el año 2046 (fin periodo operación), respecto de la condición base definida por QB1. De esta figura se concluye que el descenso de nivel es limitado espacialmente al área que ocupa el rajo y las instalaciones mineras al final del periodo de operación (LOM de 25 años), más una zona de influencia que no alcanza los depósitos aluviales y coluviales de las quebradas aledañas. Lo anterior se verifica además para el año 2246 (fin periodo de post-cierre), resultado presentado en la Figura 4-74. Desde el punto de vista conceptual, esta predicción es coherente con las permeabilidades y coeficientes de almacenamiento de los depósitos supérgeno y marginales en que se emplaza el rajo minero, definiendo un cono acusado y de poca extensión.

En síntesis, los descensos de niveles calculados por el Modelo Regional (SWS, 2016) (Anexo 3.2.8-1 del EIA), indican que el efecto de la profundización del rajo respecto de la situación base definida por el EIA de QB1 es limitado espacialmente, sin afectar niveles freáticos en los depósitos no consolidados fuera de la sub-subcuenca quebrada Blanca. El sistema hidrogeológico intervenido con las obras del Proyecto exhibe una modificación local en el entorno del rajo sobre los patrones de flujo, que no alteran la dinámica a escala regional.