

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	MANGANESO LOS PUMAS		

CAPÍTULO 2

LÍNEA BASE

Código Proyecto	Elaboración		Revisión Interna		Versión	
1107	LL	19/08/11	FM	22/08/11	Final	22/08/11

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

ÍNDICE

2	LINEA DE BASE	2-1
2.1	INTRODUCCIÓN	2-1
2.2	ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	2-2
2.3	PROYECTOS CON RESOLUCIÓN DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL EN ÁREA DE INFLUENCIA ..	2-5
2.4	MEDIO FISICO	2-8
	2.4.1 <i>Clima y Meteorología</i>	2-8
	2.4.2 <i>Calidad del aire.....</i>	2-21
	2.4.3 <i>Ruido y Vibraciones</i>	2-30
	2.4.4 <i>Geología y Geomorfología.....</i>	2-46
	2.4.5 <i>Riesgos Naturales.....</i>	2-67
	2.4.6 <i>Hidrología e Hidrogeología</i>	2-90
	2.4.7 <i>Uso y Calidad de Suelo</i>	2-135
2.5	MEDIO BIÓTICO	2-146
	2.5.1 <i>Flora y Vegetación.....</i>	2-146
	2.5.2 <i>Fauna.....</i>	2-198
2.6	MEDIO HUMANO Y CONSTRUIDO	2-227
	2.6.1 <i>Medio Humano.....</i>	2-227
	2.6.2 <i>Medio Construido</i>	2-270
2.7	VIALIDAD.....	2-292
	2.7.1 <i>Introducción.....</i>	2-292
	2.7.2 <i>Objetivos.....</i>	2-292
	2.7.3 <i>Metodología</i>	2-292
	2.7.4 <i>Area de influencia.....</i>	2-293
	2.7.6 <i>Resultados</i>	2-293
	2.7.7 <i>Conclusiones.....</i>	2-293
2.8	PATRIMONIO CULTURAL	2-294
	2.8.1 <i>Introduccion.....</i>	2-294
	2.8.2 <i>Antecedentes.....</i>	2-294
	2.8.3 <i>Objetivos.....</i>	2-295
	2.8.4 <i>Area de influencia y Metodología</i>	2-295
	2.8.5 <i>Resultados</i>	2-298
	2.8.6 <i>Conclusiones.....</i>	2-302
2.9	PAISAJE	2-303
	2.9.1 <i>Introducción.....</i>	2-303
	2.9.2 <i>Objetivos.....</i>	2-303
	2.9.3 <i>Definición del Área de influencia.....</i>	2-304
	2.9.4 <i>Metodología</i>	2-304
	2.9.5 <i>Resultados</i>	2-310
	2.9.6 <i>Conclusiones.....</i>	2-325
2.10	USO DE ELEMENTOS DEL MEDIO AMBIENTE	2-326
	2.10.1 <i>Instrumentos de Planificación Territorial</i>	2-326

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

2.10.2 Áreas Protegidas	2-328
2.11 BIBLIOGRAFIA.....	2-332
2.11.1 Ruido y Vibraciones	2-332
2.11.2 Geología, Geomorfología y Riesgos naturales	2-332
2.11.3 Hidrología e Hidrogeología	2-335
2.11.4 Uso y Calidad del Suelo.....	2-335
2.11.5 Flora y vegetación	2-336
2.11.6 Fauna.....	2-338
2.11.7 Medio Humano y Construido.....	2-344
2.11.8 Patrimonio Cultural	2-346
2.11.9 Paisaje.....	2-347

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Áreas de Influencia para los Componentes Ambientales del Proyecto.....	2-2
Tabla 2-2 Proyectos con Resolución de Calificación Ambiental (RCA) Favorable en el Área de Influencia del Proyecto.	2-6
Tabla 2-3 Coordenadas Geográficas de la Propiedad Minera del Proyecto.	2-9
Tabla 2-4 Ubicación de Estaciones de Monitoreo de Meteorología.....	2-11
Tabla 2-5 Temperatura Media, Mínima y Máxima Mensual - Sep 2010 ~ Dic 2010.....	2-12
Tabla 2-6 Precipitación (mm) mensual - Estación Pluviométrica Putre.....	2-15
Tabla 2-7 Humedad Relativa Media Mensual - 12 de Sep del 2010 al 31 de Dic del 2010.....	2-16
Tabla 2-8 Distribución de la Velocidad del Viento Según su Dirección (%) 12 de Septiembre del 2010 al 31 de Diciembre del 2010.	2-18
Tabla 2-9 Estación de Monitoreo de Calidad del Aire.....	2-22
Tabla 2-10 Normas de Calidad del Aire.....	2-22
Tabla 2-11 Área de Influencia – Componente Aire.....	2-23
Tabla 2-12 Concentración Promedio de MP10 ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	2-24
Tabla 2-13 Máximo de Concentraciones 24 horas de MP10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$).	2-25
Tabla 2-14 Concentración Promedio de MP2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	2-25
Tabla 2-15 Máximo de Concentraciones 24 horas de MP2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$).	2-26
Tabla 2-16 Concentración Promedio de MPS ($\text{mg}/\text{m}^2\text{-d}$).....	2-26
Tabla 2-17 Máximo Promedio Mensual de MPS ($\text{mg}/\text{m}^2\text{-d}$).	2-27
Tabla 2-18 Aporte de Proyectos ingresados al SEIA.....	2-28
Tabla 2-19 Límite D.S.146/97 del MINSEGPRES.....	2-31
Tabla 2-20 Niveles basales de ruido diurno en dBA.....	2-43
Tabla 2-21 Niveles basales de ruido nocturno en dBA.....	2-43
Tabla 2-22 Caudales máximos mensuales (m^3/s) para periodos de retorno (T) de 5, 10 y 20 años para la estación Colpitas en Alcérreca.	2-80
Tabla 2-23 Caudales máximos mensuales (m^3/s) para periodos de retorno (T) de 5, 10 y 20 años para la estación Lluta en Alcérreca.	2-80
Tabla 2-24 Rangos de pendientes según umbrales morfodinámicos	2-88

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Tabla 2-25 Características generales de los sondajes ubicados en el fondo del valle que interceptaron agua.....	2-102
Tabla 2-26. Estaciones meteorológicas DGA con registro de precipitaciones y temperaturas, ubicadas en la Región de Arica-Parinacota (extraído de DGA-PUC, 2008).	2-106
Tabla 2-27. Precipitación media mensual de algunas estaciones DGA (extraído de DGA-PUC, 2008)...	2-108
Tabla 2-28. Evaporación anual y media mensual de las estaciones DGA de la Región de Arica-Parinacota ubicadas por encima los 3.000 m.s.n.m. (extraído de DGA-PUC, 2008).....	2-110
Tabla 2-29. Cálculo del balance hídrico del suelo	2-112
Tabla 2-30. Precipitaciones Máximas 24 Horas en Alcérreca	2-114
Tabla 2-31. Análisis Frecuencia Precipitación Máxima 24 Horas.....	2-115
Tabla 2-32. Probabilidad Excedencia y Periodo Retorno para una Precipitación Máxima 24 Horas	2-115
Tabla 2-33 Frecuencia de Ocurrencia de Precipitación Máxima.....	2-117
Tabla 2-34. Eventos de Precipitación Máxima Anual por Mes.....	2-118
Tabla 2-35. Características y datos de las estaciones fluviométricas DGA cercanas al área de estudio.	2-120
Tabla 2-36. Resultados de análisis de Vulnerabilidad de acuífero para la profundidad del agua detectada en el sondaje RCLPA-1.....	2-125
Tabla 2-37 Resultados de análisis de Vulnerabilidad de acuífero para la profundidad del agua detectada en el sondaje RCLPA-2.....	2-125
Tabla 2-38. Puntos de monitoreo de calidad de aguas superficiales en las cercanías del área del proyecto.	2-130
Tabla 2-39. Resultados químicos monitoreos aguas superficiales de los cauces cercanos al proyecto.	2-133
Tabla 2-40 Características Físicas y Morfológicas de la Calicata 1	2-138
Tabla 2-41 Características Físicas y Morfológicas de la Calicata 2	2-140
Tabla 2-42 Características Físicas y Morfológicas de la Calicata 4	2-142
Tabla 2-43 Características Físicas y Morfológicas de la Calicata 3	2-144
Tabla 2-44. Leyenda de cartografía de la vegetación	2-154
Tabla 2-45. Clasificación de comunidades vegetales (COT)	2-169
Tabla 2-46. Clasificación de la vegetación (COT).....	2-176
Tabla 2-47. Número estimado de individuos de <i>Azorella compacta</i> en la franja de despeje, por tipo de formación	2-193
Tabla 2-48. Coordenadas geográficas de cada vértice del área de estudio.....	2-199
Tabla 2-49. Puntos de muestreos.....	2-200
Tabla 2-50. Ubicación de los sitios de muestreo realizados en el área de estudio y las estaciones de trampas-cámara.	2-204
Tabla 2-51. Riqueza taxonómica de las especies de vertebrados registrados en el área de estudio.	2-208
Tabla 2-52. Abundancia de las especies de vertebrados registrados en el área de estudio.	2-212
Tabla 2-53. Especies con problemas de conservación.	2-212
Tabla 2-54 Estadística de los Vertebrados	2-213
Tabla 2-55 Vertebrados terrestres	2-213
Tabla 2-56 Reptiles presentes en el área de estudio	2-217
Tabla 2-57 Aves: estados de conservación y distribución en el área de estudio.....	2-219

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Tabla 2-58 Mamíferos observados en el área de estudio	2-222
Tabla 2-59 Información Regional	2-232
Tabla 2-60 Información de la Comuna de Putre	2-232
Tabla 2-61 Información de la Comuna de Arica	2-232
Tabla 2-62 Información Provincial Parinacota	2-234
Tabla 2-63 Información Provincial Arica	2-234
Tabla 2-64 Habitantes localidades comuna de Putre.....	2-234
Tabla 2-65 Proyección población Comunal 2008-2020.....	2-235
Tabla 2-66 Distribución de la población por sexo. Años 2002 y 2009	2-236
Tabla 2-67 Población Urbana Rural Provincia de Parinacota.....	2-237
Tabla 2-68 Distribución de la población por grandes grupos de edad. Años 2002 y 2009	2-238
Tabla 2-69 Población Joven (15-29 años).....	2-238
Tabla 2-70 Población Adulta Mayor	2-238
Tabla 2-71 Población Coronel Alcarréca según grupo etario.....	2-239
Tabla 2-72 Variación Intercensal Coronel Alcarréca	2-240
Tabla 2-73 Tasa de Natalidad. Años 2004-2007-2008	2-240
Tabla 2-74 Tasa de mortalidad Año 2007.....	2-241
Tabla 2-75 Años de escolaridad promedio. Años 2003 2006 y 2009	2-241
Tabla 2-76 Tasa De Analfabetismo. Año 2002	2-242
Tabla 2-77 Matrícula Por Dependencia Administrativa. Años 2002 Y 2007	2-242
Tabla 2-78 Tasa De Analfabetismo Coronel Alcérreca. Año 2002.....	2-242
Tabla 2-79 Población según años de estudios, Coronel Alcérreca. Año 2002	2-243
Tabla 2-80 Distribución de la población por etnia declarada. Año 2002	2-244
Tabla 2-81 Distribución de la población por etnia declarada, Coronel Alcérreca. Año 2002	2-245
Tabla 2-82 Distribución de la población según religión declarada. Año 2002	2-245
Tabla 2-83 Distribución de la población según religión declarada, Coronel Alcérreca. Año 2002 ...	2-246
Tabla 2-84 Población Mayor de 14 años, Según Estado Civil.....	2-247
Tabla 2-85 Organizaciones comunitarias.	2-256
Tabla 2-86 Población por Rama de Actividad	2-257
Tabla 2-87 Rama de Actividad por sexo	2-258
Tabla 2-88 Distribución de la población según condición de pobreza. Años 2003 y 2006	2-259
Tabla 2-89 Distribución de los hogares según situación de pobreza. Años 2003 – 2006	2-259
Tabla 2-90 Ocupados, desocupados e inactivos. Años 2003 y 2006.....	2-260
Tabla 2-91 Tasas de ocupación y desocupación. Años 2003 y 2006.....	2-260
Tabla 2-92 Uso del Suelo Agrícola	2-261
Tabla 2-93 Existencia de Ganado en las Explotaciones agropecuarias, por especie.	2-262
Tabla 2-94 Ingreso promedio de los hogares a noviembre de cada año	2-262
Tabla 2-95 Jefatura de hogar femenina	2-263
Tabla 2-96 Rama de Actividad Económica, Coronel Alcérreca	2-263
Tabla 2-97 Población activa-inactiva, Coronel Alcérreca	2-264
Tabla 2-98 Indicador de Saneamiento de las viviendas	2-265
Tabla 2-99 Distribución de los hogares según condición de hacinamiento. Años 2003 y 2006	2-265
Tabla 2-100 Indicador de materialidad de la Vivienda (%)	2-266
Tabla 2-101 Índice de Necesidades Básicas	2-266
Tabla 2-102 Cantidad de establecimientos de salud, por tipo. Año 2008	2-266

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Tabla 2-103 Población según sistema previsional.....	2-267
Tabla 2-104 Población según Clasificación de Vivienda, Coronel Alcérreca	2-267
Tabla 2-105 Total de Hogares, Coronel Alcérreca.....	2-267
Tabla 2-106 Conexión a alcantarillado, Coronel Alcérreca	2-268
Tabla 2-107 Tipo de Alumbrado, Coronel Alcérreca	2-268
Tabla 2-108 Establecimientos Educativos Putre.....	2-269
Tabla 2-109- Número de establecimientos por dependencia.....	2-269
Tabla 2-110 Matrícula por sexo	2-269
Tabla 2-111 Establecimientos educativos	2-272
Tabla 2-112 Red Vial. Año 2008	2-286
Tabla 2-113. Coordenadas UTM de inicio y término del acueducto y ruta A-23	2-296
Tabla 2-114 Coordenadas UTM de los vértices del área mina.....	2-297
Tabla 2-115. Matriz para la Evaluación de la Calidad Visual del Paisaje	2-308
Tabla 2-116. Matriz para la Evaluación de la Fragilidad Visual del Paisaje	2-309
Tabla 2-117. Matriz para la Evaluación de los Umbrales o zonas de visión.....	2-310
Tabla 2-118. UP1-1 Calidad visual paisaje Unidad de Paisaje 1: Área mina y caja del río Lluta	2-315
Tabla 2-119. UP1-2 Fragilidad visual paisaje Unidad de Paisaje 1: Área mina y caja del río Lluta....	2-316
Tabla 2-120. UP2-1 Calidad visual paisaje Unidad de paisaje 2: pampas allane, curaguara y taapaca ..	2-318
Tabla 2-121. UP2-2 Fragilidad visual del paisaje Unidad de paisaje 2: pampas allane, curaguara y taapaca	2-319
Tabla 2-122. UP3-1 Calidad visual paisaje Unidad de paisaje 3: pampas tuncapane y guaripujo - parque nacional lauca.....	2-322
Tabla 2-123. UP3-2 Fragilidad visual del paisaje Unidad de paisaje 2: pampas allane, curaguara y taapaca	2-323
Tabla 2-124. Coordenadas Puntos de Observación	2-324

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1. Sectores de emplazamiento del proyecto	2-5
Figura 2-2 Temperatura Promedio Mensual – Estación Putre entre 1988 y 2008.	2-11
Figura 2-3 Temperatura Promedio, Máxima y Mínima Diaria – 12 de Sept. 2010 al 30 de Sept. 2010. 2-12	
Figura 2-4 Temperatura Promedio, Máxima y Mínima Diaria - Octubre del 2010.	2-13
Figura 2-5 Temperatura Máxima y Mínima Diaria - Noviembre del 2010.	2-13
Figura 2-6 Temperatura Promedio, Máxima y Mínima Diaria - Diciembre del 2010.....	2-14
Figura 2-7 Temperatura Día Promedio –12-09-2010 ~ 31-12-2010.....	2-15
Figura 2-8 Humedad Relativa Promedio, Máxima y Mínima Diaria – 12 de Sept. año 2010 al 31 de Dic. año 2010.....	2-16
Figura 2-9 Distribución Velocidad de Vientos - 12 de Sept. Año 2010 al 31 de Dic. año 2010.	2-17
Figura 2-10 Rosa de Vientos del Período - 12 de Sept del 2010 al 31 de Dic. del 2010.....	2-18
Figura 2-11 Velocidad de Vientos Promedio – 12 Setp año 2010 al 31 Dic. Año 2010.....	2-19
Figura 2-12 Rosa de Viento por Período del Día - 12 Setp año2010 al 31 Dic. Año 2010.....	2-20
Figura 2-13 Área de Influencia y Estación Monitora	2-23

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Figura 2-14 Ubicación general y puntos de medición.....	2-34
Figura 2-15 Ubicación general y puntos de medición.....	2-35
Figura 2-16 Puntos de evaluación y receptores cercanos.....	2-36
Figura 2-17 Niveles Basales Diurnos.	2-44
Figura 2-18 Niveles Basales Nocturnos.	2-44
Figura 2-19 Comparación niveles equivalentes diurnos y nocturnos.	2-45
Figura 2-20. Columna estratigráfica propuesta para el área del proyecto	2-49
Figura 2-21 Depósitos de flujos Piroclásticos.....	2-52
Figura 2-22 Superficie de depósitos suavizados por erosión.....	2-52
Figura 2-23. Cabalgamiento Copaquilla-Tignámar en área de proyecto	2-54
Figura 2-24. Domos volcánicos del macizo Nevados de Putre. En sus faldeos se observan abanicos de piroclastos. Bajo estos se observa la parte proximal del glacis coluvial.	2-56
Figura 2-25. Vista de la terraza volcánica y del escarpe que la separa de la superficie del glacis.	2-57
Figura 2-26. Vista del glacis coluvial desde su parte distal hacia su nacimiento en el macizo Nevados de Putre	2-59
Figura 2-27 Conos de gravedad en la caja del Río Lluta.....	2-60
Figura 2-28 Vista al escarpe de terraza del Río Lluta, en la base del escarpe se pueden observar conos de gravedad. Por sobre el escarpe se aprecia el glacis coluvial de Alcérrecas.....	2-61
Figura 2-29 Anastomosis en el Río Lluta en su intersección con la ruta A-23.....	2-62
Figura 2-30 Lecho de uno de los talveg consecuentes.....	2-63
Figura 2-31 Vertiente de flanco de valle pasivo Cerro Guaripujo	2-64
Figura 2-32 Vertiente de flanco de valle activo, ladera oriente del valle del Lluta. Es posible observar en la imagen rocas caídas y flujos de detritos.....	2-65
Figura 2-33 Vertiente de excavación.....	2-66
Figura 2-34 Distribución de los Terremotos en el mundo.....	2-71
Figura 2-35 Laguna sísmica en que se encuentra el área de estudio.....	2-73
Figura 2-36 Productos Etapa II y III.....	2-75
Figura 2-37 Migración de los focos eruptivos a través del tiempo	2-76
Figura 2-38 Precipitación promedio mensual en la Estación Putre.	2-79
Figura 2-39 Detalle del Mapa Hidrogeológico de Chile.....	2-81
Figura 2-40 Deslizamiento rotacional.	2-85
Figura 2-41 Flujo de detritos.	2-86
Figura 2-42 Caída de rocas a lo largo del escarpe de terraza del flanco de valle activo del Lluta.	2-87
Figura 2-43 Mapa de pendientes medias.....	2-89
Figura 2-44 Ubicación del área del proyecto, dentro la cuenca hidrográfica del río Lluta.	2-91
Figura 2-45 Detalle del sector de emplazamiento del proyecto.....	2-92
Figura 2-46 Perfil geológico regional entre los valles de Lluta y Azapa. (Tomado de Seyfried <i>et al</i> , 1998).	2-95
Figura 2-47. Mapa geológico esquemático regional del área del proyecto “Manganeso Los Pumas” (extraídos de Aquaconsult, 2010).	2-97
Figura 2-48 Mapa geológico esquemático local del área del proyecto “Manganeso Los Pumas” (extraídos de Aquaconsult, 2010).	2-98
Figura 2-49 Localización de los sondajes mineros en el sector mina e infraestructura minera.	2-103
Figura 2-50 Relación cota – precipitación (extraído de Aquaconsult, 2010).	2-105
Figura 2-51 Mapa isoyetas y estaciones fluviométricas y pluviométricas.	2-107

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Figura 2-52 Precipitación media mensual de algunas estaciones DGA.	2-108
Figura 2-53 Temperaturas históricas en la estación de Putre (extraído de DGA-PUC, 2008).....	2-109
Figura 2-54 Balance hídrico: Precipitación y Evaporación Media Mensual en área de estudio	2-112
Figura 2-55 Precipitación Máxima Anual 24 Horas en Alcérrecas	2-113
Figura 2-56 Probabilidad Excedencia Precipitación Máxima 24 Horas.	2-116
Figura 2-57 Frecuencia de Ocurrencia de Precipitación Máxima	2-117
Figura 2-58 Eventos de Precipitación Máxima Anual por Mes	2-118
Figura 2-59 Caudal promedio mensual en m ³ /s de las estaciones fluviométricas de la cuenca hidrográfica del Lluta.....	2-120
Figura 2-60 Caudal Medios Anuales de algunas estaciones fluviométricas del área.....	2-121
Figura 2-61 Perfil Geológico-Hidrogeológico interpretativo A-A' (extraído y modificado de Aquaconsult, 2010)	2-122
Figura 2-62 Puntos de muestreo de calidad de aguas en la cuenca del río Lluta de los estudios de la DGA citados en el presente informe.	2-127
Figura 2-63 Precipitación, caudal y conductividad media diaria para un período del verano 2001-2002 en la estación Lluta en Alcérrecas.....	2-128
Figura 2-64 Precipitación, caudal y conductividad media diaria para un período de poco más de 6 meses entre 2003 y 2004 en la estación Lluta en Alcérrecas.	2-129
Figura 2-65 Ubicación de los puntos de muestreo para el análisis de las aguas superficiales de los cauces cercanos al proyecto (Río Lluta, río Colpitas).....	2-131
Figura 2-66 Ubicación de Calicatas.....	2-137
Figura 2-67. Formas de crecimiento de las especies.....	2-151
Figura 2-68. Formas de crecimiento de las especies.....	2-166
Figura 2-69. Formas de crecimiento de las especies.....	2-175
Figura 2-70. Análisis de similitud entre formaciones de vegetación	2-195
Figura 2-71 Puntos de muestreos de fauna en el área de estudio.	2-203
Figura 2-72 Resumen del número de especies observadas	2-216
Figura 2-73 Área de emplazamiento del proyecto.....	2-230
Figura 2-74 Escudo de Arica	2-249
Figura 2-75 Ubicación del área del proyecto	2-296
Figura 2-76. Área de Influencia	2-304
Figura 2-77. Distancia entre el Proyecto y el PRC de Putre.....	2-328
Figura 2-78. Áreas Protegidas en el Área del Proyecto.....	2-331

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 2-1. Panorámica de la superficie del glacis en el área de estudio	2-82
Fotografía 2-2. Perfil de suelo de la Calicata 1	2-139
Fotografía 2-3. Paisaje asociado a la calicata 1. Vista Este	2-139
Fotografía 2-4. Paisaje asociado a la calicata 1. Vista Oeste.....	2-139
Fotografía 2-5. Perfil de suelo de la Calicata 2	2-141
Fotografía 2-6. Paisaje asociado a la calicata 2. Vista este	2-141
Fotografía 2-7. Paisaje asociado a la calicata 2, vista oeste.....	2-141
Fotografía 2-8. Perfil de suelo de la Calicata 4.....	2-143
Fotografía 2-9. Paisaje asociado a la calicata 4, vista este.....	2-143

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Fotografía 2-10. Paisaje asociado a la calicata 4, vista oeste.....	2-143
Fotografía 2-11. Perfil de suelo de la Calicata 3.....	2-145
Fotografía 2-12. Paisaje asociado a la calicata 3. Vista Este	2-145
Fotografía 2-13. Paisaje asociado a la calicata 3. Vista Oeste.....	2-145
Fotografía 2-14 Mina-1. <i>Cheilanthes pruinata</i>	2-152
Fotografía 2-15 Mina-2: <i>Clinanthus humilis (Stenomesson chilense)</i>	2-153
Fotografía 2-16 Mina-3: <i>Pellaea ternifoli</i> , un helecho	2-153
Fotografía 2-17 Mina-4: <i>Tillandsia virescens</i> , una bromeliácea.....	2-154
Fotografía 2-18 Mina 5. Aspecto de la formación 1 vegetación de tolar con <i>Parastrephia lepidophylla</i> en la quebrada Huaylas Chica.	2-156
Fotografía 2-19 Mina 6. Aspecto de la formación 2 vegetación de tolar-pajonal, en planicie sobre 3800 m de altitud	2-157
Fotografía 2-20 Mina 7. <i>Acantholippia tarapacana</i> (Verbenaceae, rica rica), una especie endémica de la Región XIV. Escasa en el área de proyecto, crece de preferencia en la formación 2.....	2-157
Fotografía 2-21 Mina 8. Aspecto de la formación 3 vegetación de tolar-pajonal, en quebradilla sobre 3800 m de altitud.	2-158
Fotografía 2-22 Mina 9. <i>Parastrephia lepidophylla</i> una de las especies dominantes en las formaciones de tolar-pajonal.	2-159
Fotografía 2-23 Mina 10. Aspecto de la formación 4 vegetación de tolar, con dominancia de <i>Fabiana ramulosa-Diplostephium meyenii</i>	2-160
Fotografía 2-24 Mina 11. Aspecto de la formación 4 vegetación de tolar, con dominancia de <i>Fabiana ramulosa-Diplostephium meyenii</i> . Detalle	2-160
Fotografía 2-25 Mina 12. Ramas y flores de <i>Fabiana ramulosa</i>	2-161
Fotografía 2-26 Mina 13. Planta con inflorescencias de <i>Diplostephium meyenii</i>	2-161
Fotografía 2-27 Mina 14. Aspecto de la formación 5 vegetación de tolar en quebradilla sobre 3800 m de altitud	2-162
Fotografía 2-28 Mina 15. Aspecto de la formación 5 vegetación de tolar en quebrada, 3600 msnm .	2-162
Fotografía 2-29 Mina 16. Aspecto de la formación mina-6 Vegetación de tolar con <i>Fabiana ramulosa</i> y <i>Lophopappus cuneatus</i> , bajo 3550 m de altitud	2-163
Fotografía 2-30 Mina 17. <i>Lophopappus cuneatus</i> un arbusto característico de los tolares con <i>Fabiana ramulosa</i> ubicados bajo 3600 m	2-164
Fotografía 2-31 Mina 18. Aspecto de la formación 7 asociada al río Lluta y a las partes bajas de sus quebradas tributarias.....	2-165
Fotografía 2-32 Acue1. Quebrada Milluni aledaña a la de Taapaca donde se emplaza la toma de agua. Aquí crecen <i>Azorella compacta</i> y <i>Polylepis tarapacana</i> . Dista a unos 250-500 m del sitio de la toma de agua.....	2-167
Fotografía 2-33 Acue 2. Quebrada Milluni <i>Polylepis tarapacana</i> y <i>Azorella compacta</i>	2-167
Fotografía 2-34 Acue 3. Quebrada Taapaca. <i>Azorella compacta</i> en la formación acu-3.....	2-168
Fotografía 2-35 Acue 4. Quebrada Milluni <i>Polylepis tarapacana</i> , aspecto de un individuo.....	2-168
Fotografía 2-36 Acue 5. Quebrada Taapaca. Vista de las formaciones acue-1 y acue-2	2-170
Fotografía 2-37 Acue 6. Quebrada Taapaca. Vista de la formación acue-3, con presencia de <i>Azorella compacta</i> (llareta).	2-171
Fotografía 2-38 Acue 7. Vista de las formaciones acue-4 en primer plano y acue-5, al fondo.....	2-171

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Fotografía 2-39 Acue 8. Vista de las formaciones acue-5 (tolar-pajonal) y acue-6 (tolar en quebrada).	2-172
Fotografía 2-40 Acue 9. Vista de la formación acue-6 tolar con <i>Parastrephia lepidophylla</i>	2-173
Fotografía 2-41 Acue 10. Vista de la formación acue-7 con <i>Stipa venusta</i> como dominante	2-174
Fotografía 2-42 Cam 1. <i>Azorella compacta</i> , llareta. Especie vulnerable al nivel nacional.....	2-176
Fotografía 2-43 Cam 2. Aspecto de la fisonomía de la formación Cam-1 sector con pajonal de <i>Stipa venusta</i>	2-178
Fotografía 2-44 Cam 3. Aspecto de la vegetación de la formación cam-6. Formación mixta de tolar de <i>Parastrephia quadrangularis</i> y pajonal de <i>Festuca orthophylla</i>	2-179
Fotografía 2-45 Cam 4. Aspecto de la formación cam-7 pajonal con <i>Festuca orthophylla</i> con llaretas (<i>Azorella compacta</i>)	2-180
Fotografía 2-46 Cam 5. A la izquierda se observa la formación cam-8 del herbazal de altura; a la derecha, el llaretal (formación 9).....	2-181
Fotografía 2-47 Cam 6. <i>Werneria ciliolata</i> (pupusa) una de las dominantes en la formación cam-8....	2-181
Fotografía 2-48 Cam 7. <i>Pycnophyllum bryoides</i> (llaretilla)	2-182
Fotografía 2-49 Cam 8. Aspecto de la vegetación de la formación cam-10 de tolar-llaretal.	2-183
Fotografía 2-50 Cam 9. <i>Senecio nutans</i> , chachacoma.....	2-183
Fotografía 2-51 Cam 10. <i>Parastrephia quadrangularis</i> especie de amplia distribución en el área de proyecto, dominante en la formación cam-10.....	2-184
Fotografía 2-52 Cam 11. <i>Senecio zoellnerii</i> . Hierba perenne. Especie endémica de la Región XIV. Crece en las formaciones cam-10 y cam-11.....	2-184
Fotografía 2-53 Cam 12. Aspecto de la vegetación de la formación cam-11	2-185
Fotografía 2-54 Cam 13. <i>Senecio olivaceobracteatus</i> dominante en la formación cam-11 (tolar-llaretal-pajonal).....	2-185
Fotografía 2-55 Cam 14. <i>Cumulopuntia boliviana</i> ssp.	2-186
Fotografía 2-56 Cam 15. Formación cam-12. Vega de tipo vega-bofedal con <i>Distichia muscoides</i> y <i>Phylloscirpus deserticola</i> como especies dominantes	2-187
Fotografía 2-57 Cam 16. Formación cam-13. Pajonal de <i>Festuca orthophylla</i> , el iro o paja brava. Dominante además en varias formaciones del área de proyecto	2-188
Fotografía 2-58 Cam 17. Tolar-pajonal (formación cam-15) y vegas de tipo bofedal (formación cam-12). Nacientes de la quebrada Socanave	2-189
Fotografía 2-59 Cam 18. Aspecto de la formación cam-16. En primer plano <i>Chuquiraga rotundiolia</i> ..	2-190
Fotografía 2-60 Cam 19. Formación cam-17 tolar de <i>Parastrephia lucida</i> y <i>P. lepidophylla</i> . Al fondo una vega de tipo bofedal (formación cam-12). Nacientes de la quebrada Socanave.....	2-191
Fotografía 2-61 Cam 20. Formación cam-19 pajonal de <i>Festuca orthophylla</i> ; se observa un ejemplar de <i>Azorella compact</i> (llareta), muy escasa en esa parte del camino	2-192
Fotografía 2-62 Cam 21. Tolar-pajonal en la ladera (formación cam-21) y vega en la quebrada Japane (formación cam-20).....	2-193
Fotografía 2-63. Vista Ruta A-23	2-200
Fotografía 2-64. Ambiente de tipo Tolar.....	2-201
Fotografía 2-65. Ambiente con predominio de pajonal con presencia de Vicuñas	2-201
Fotografía 2-66. Vega punto de muestreo P8.....	2-202
Fotografía 2-67. Vega en punto de muestreo P11	2-202

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Fotografía 2-68. Ejemplar de Vizcacha observado en el área de estudio	2-209
Fotografía 2-69. Grupo familiar de vicuñas.....	2-209
Fotografía 2-70. Huellas de zorro culpeo	2-210
Fotografía 2-71. Jararanco de James adulto	2-211
Fotografía 2-72. Lagartija rayada nortina.....	2-211
Fotografía 2-73. <i>Liolaemus alticolor</i> en el área de estudio	2-218
Fotografía 2-74. Feca de Piuquén en vegas del área de estudio.....	2-218
Fotografía 2-75. Churrete de alas blancas en el área de estudio.....	2-221
Fotografía 2-76. Galerías del roedor <i>Ctenomys opimus</i> en el área de estudio	2-223
Fotografía 2-77. Guanacos en el área de estudio.....	2-223
Fotografía 2-78. Vizcacha nortina en el área de estudio.....	2-224
Fotografía 2-79. Taruca en las proximidades del área de estudio	2-224
Fotografía 2-80. Vista panorámica de Putre	2-247
Fotografía 2-81. El Morro de Arica	2-248
Fotografía 2-82. Carnaval de Putre	2-253
Fotografía 2-83. Fiesta Cruz de Mayo	2-254
Fotografía 2-84. Consultorio general rural Putre	2-273
Fotografía 2-85. Hospital Regional de Arica, Dr. Juan Noe	2-273
Fotografía 2-86. Comisaría de Putre	2-275
Fotografía 2-87. Prefectura de Carabineros de Arica.....	2-275
Fotografía 2-88. Oficinas CONADI, Putre	2-276
Fotografía 2-89. Sede Banco Estado, Putre.....	2-276
Fotografía 2-90. Iglesia de Parinacota.....	2-277
Fotografía 2-91. Poblado de Socoroma.....	2-281
Fotografía 2-92. Poblado de Belén.....	2-281
Fotografía 2-93. Catedral San Marcos.....	2-282
Fotografía 2-94. Casino de Arica	2-284
Fotografía 2-95. Aduana de Arica.....	2-285
Fotografía 2-96. Restaurante, Canta Verdi, Putre.....	2-288
Fotografía 2-97. Restaurante, Canta Verdi, Putre.....	2-288
Fotografía 2-98. Restaurante Maracuyá, Arica	2-289
Fotografía 2-99. Restaurante Terra Amata, Arica	2-289
Fotografía 2-100. Hotel Arica	2-290
Fotografía 2-101. Sectores con escarpes, representativos del área del proyecto, correspondientes a los frentes de erosión de las unidades ignimbríticas.	2-298
Fotografía 2-102. Sector cercano a las instalaciones de la planta	2-299
Fotografía 2-103 Oquedad superficial formada por meteorización y erosión eólica (tafoni).	2-300
Fotografía 2-104. Ignimbrita Lauca, con mineralización de manganeso, en el sector correspondiente a uno de los rajos. Vista al norte.....	2-300
Fotografía 2-105. Aspecto representativo de las pampas de Cascachane y de Allane, en el área del trazado del acueducto.....	2-301
Fotografía 2-106. Geoformas	2-311
Fotografía 2-107. Cursos de agua.....	2-312
Fotografía 2-108. UP1-1 Cajón del río Lluta desde el área del proyecto	2-313
Fotografía 2-109. UP1-2 Cajón del río Lluta desde el área del proyecto	2-314

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Fotografía 2-110. UP1-3 Quebrada al interior del área del proyecto	2-314
Fotografía 2-111. UP1-4 Punto de especial interés paisajístico y turístico.....	2-315
Fotografía 2-112. UP2 -2 Pampa Allane – Macizo de Cerros de Copatanca	2-318
Fotografía 2-113. UP2 -1 Pampa Allane – fondo escénico el Volcán Tacora	2-318
Fotografía 2-114. UP2 -4 Área singular a los pies de los Nevados de Putre, Quebrada Taapaca, principal curso de agua permanente.	2-318
Fotografía 2-115. UP2 -3 Pampa Allane	2-318
Fotografía 2-116. UP3 -2 vista desde PO hacia la Unidad de Paisaje en estudio.....	2-321
Fotografía 2-117. UP3 -1 vista desde PO con intervisibilidad hacia la Unidad de Paisaje 1 y 2.....	2-321
Fotografía 2-118. UP3 -4 Contrastes de laderas con llaretas y suelo desnudo.....	2-322
Fotografía 2-119. UP3 -3 elementos que aumentan la calidad visual del área, en primer plano llaretas, al fondo los Nevados de Putre.	2-322
Fotografía 2-120. UP3 -6 vista hacia el norponiente de la Unidad de Paisaje en estudio	2-322
Fotografía 2-121. UP3 -5 vista hacia el surponiente de la Unidad de Paisaje en estudio.....	2-322

ANEXOS

Anexo 2-1. Flora y Vegetación

Anexo 2-2. Fauna

Anexo 2-3. Estudio de Impacto Vial

Anexo 2-4. Estudio de Línea Base Arqueológica y del Patrimonio Cultural

Anexo 2-5. Informe Reconocimiento Quebrada de Taapaca

Anexo 2-6. Láminas Paisaje

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

2 LINEA DE BASE

2.1 INTRODUCCIÓN

La Línea de Base, según lo define el artículo 2 de la Ley 19.300, corresponde a “la descripción detallada del área de influencia de un proyecto o actividad, en forma previa a su ejecución” acotada a aquellos componentes ambientales asociados a los efectos, características y circunstancias que hacen necesaria la presentación de un EIA.

En este capítulo se presenta la información generada a objeto de definir los componentes ambientales del área de influencia donde se localizará el proyecto “*Manganeso Los Pumas*”.

Para tal efecto, se ha realizado una caracterización de los componentes ambientales, de acuerdo a lo señalado en el artículo 12 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (D.S. Nº 30), correspondientes a: medio físico, medio biótico, medio humano y construido, patrimonio cultural y medio perceptual, se debe indicar que se han incluido los componentes que se encuentran dentro del área de influencia del proyecto.

Para este fin, se han seleccionado los siguientes componentes ambientales:

- Clima y meteorología
- Calidad del aire
- Ruido
- Geología y Geomorfología
- Hidrología e hidrogeología
- Suelo y calidad de suelo
- Calidad de agua
- Riesgos Naturales
- Vegetación y flora
- Fauna
- Medio humano y construido
- Arqueología y Paleontología
- Paisaje
- Instrumentos de Planificación Territorial
- Áreas protegidas

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

2.2 ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

La caracterización de Línea de Base presentada en este informe fue realizada en base a estudios específicos encomendados durante el año 2010-2011, los cuales cubrieron los componentes señalados anteriormente.

En la Tabla 2-1 se presenta la definición de las áreas de influencia para los distintos componentes ambientales caracterizados en la Línea de Base del Proyecto “Manganeso Los Pumas”.

Tabla 2-1 Áreas de Influencia para los Componentes Ambientales del Proyecto.

Medio	Componente	Justificación	Área de influencia
Medio Físico	Clima y meteorología	Si bien el proyecto no genera efectos directos sobre este componente ambiental, constituye el marco de desarrollo para otros componentes ambientales como calidad del aire, flora y vegetación.	El área de influencia sobre el clima está definida por la Región de Arica y Parinacota, mientras que el área de influencia de la meteorología se define por la presencia de las estaciones meteorológicas insertas en el área del proyecto (Estación Meteorológica “Los Pumas”).
	Calidad del Aire	El Proyecto generará emisiones de material particulado y gases durante las fases de construcción, operación y cierre.	Sectores de emplazamiento del proyecto en las áreas de faena, acueducto y caminos.
	Ruido	El Proyecto generará emisiones de presión sonora durante la etapa de construcción y operación, por lo cual se requiere de la caracterización del nivel actual de presión sonora en los receptores sensibles más cercanos al Proyecto.	Los receptores más cercanos se ubican a más de 4 km del proyecto (Figura 2-14)
	Geología y geomorfología	El Proyecto considera la interacción puntual con aspectos geológicos y geomorfológicos producto de la construcción de instalaciones e infraestructura.	Sector de emplazamiento de la infraestructura del proyecto, según planos en Anexo 1-5
	Hidrogeología e	El proyecto no considera la afectación	Sectores de

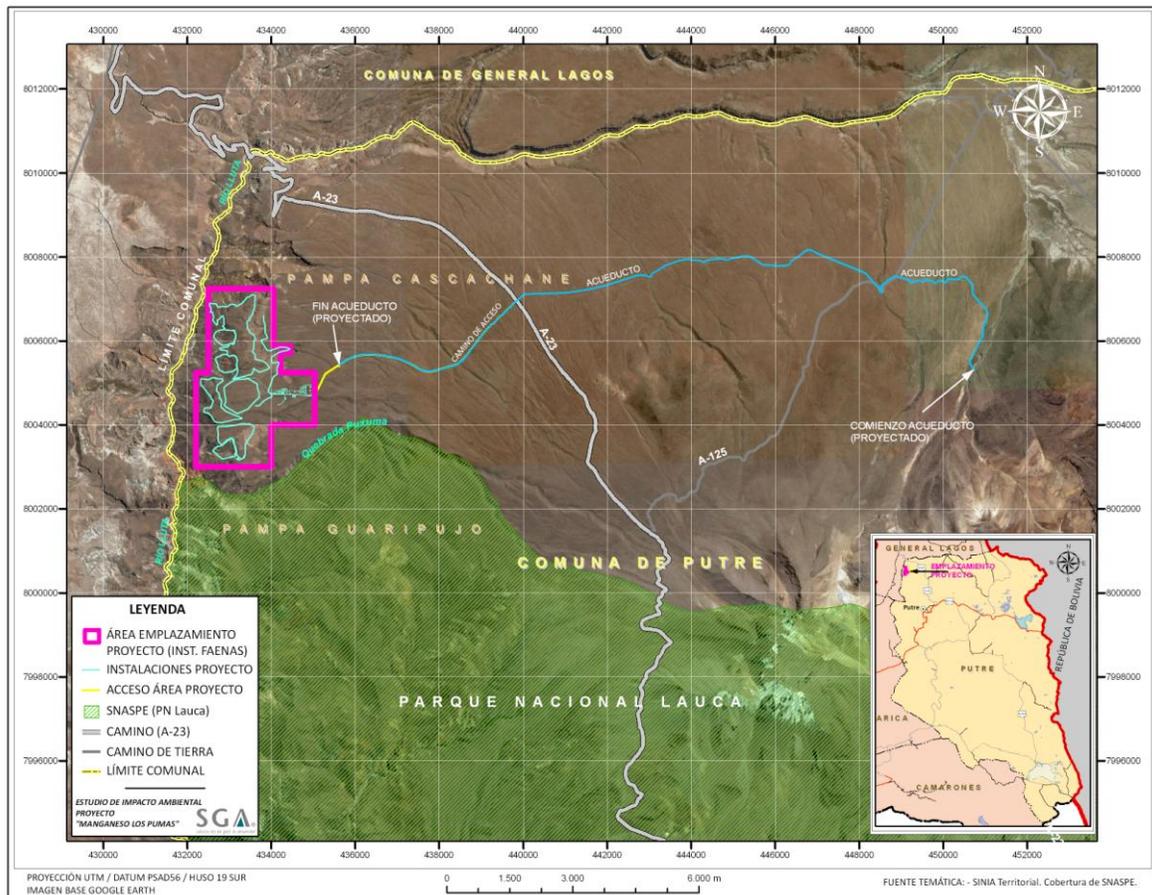
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

	Hidrología	de este componente, sin embargo se encuentra inserto en la cuenca del Río Lluta.	emplazamiento del proyecto insertos en la cuenca del Río Lluta
	Suelos y calidad de suelo	El Proyecto considera la ocupación de suelo para la construcción de las nuevas instalaciones e infraestructura.	Sector de emplazamiento del Proyecto (planos en Anexo 1-5)
Medio Biótico	Flora y vegetación terrestre	El proyecto considera la afectación de áreas con vegetación y flora terrestre producto de la construcción y operación del proyecto.	Sectores de emplazamiento del proyecto en las áreas de faena, acueducto y caminos.
	Fauna terrestre	El proyecto considera la afectación de áreas con fauna terrestre producto construcción y operación del proyecto.	Sectores de emplazamiento del proyecto en las áreas de faena, acueducto y caminos.
Medio humano	Dimensión Geográfica	El proyecto constituye un nuevo polo de generación de empleo a nivel local. Los cambios en su actual dinámica de funcionamiento pueden generar efectos en el medio humano local que requieren ser evaluados.	Comuna de Putre
	Dimensión Demográfica		
	Dimensión Antropológica		
	Dimensión Socioeconómica		
	Dimensión Bienestar Social Básico		
	Arqueología y Paleontología	En el área del proyecto se localizan sitios patrimoniales.	Sectores de emplazamiento del proyecto en las áreas de faena, acueducto y caminos.
Paisaje	El proyecto considera la construcción de nuevas instalaciones e infraestructura, para lo cual se requiere evaluar el efecto sobre el paisaje local.	Sectores de emplazamiento del proyecto en las áreas de faena, acueducto y caminos.	
Medio Construido	Dimensión geográfica	El proyecto constituye un nuevo polo de generación de empleo a nivel local.	Comuna de Putre

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

	Flujos de migración	Los cambios en su actual dinámica de funcionamiento pueden generar efectos en el medio humano local que requieren ser evaluados.	
Uso de los Elementos del Medio Ambiente	Instrumentos de Planificación Territorial	El proyecto considera la afectación de áreas producto de la construcción de la nueva infraestructura para lo cual se requiere evaluar su relación con los diferentes Instrumentos de Planificación.	Área de las instalaciones del proyecto (planos en Anexo 1-5)
	Áreas protegidas	El proyecto considera la afectación de áreas producto de la construcción de la nueva infraestructura para lo cual se requiere evaluar su relación con las áreas bajo protección ambiental.	

Figura 2-1. Sectores de emplazamiento del proyecto



2.3 PROYECTOS CON RESOLUCIÓN DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL EN ÁREA DE INFLUENCIA

A continuación, en la Tabla 2-2, se presentan aquellos proyectos que cuentan con Resolución de Calificación Ambiental favorable ubicados dentro del área de influencia del Proyecto. Adicionalmente, en la misma tabla se analiza, para cada uno de estos proyectos, su relación con los componentes ambientales del proyecto “Manganeso Los Pumas”, y de qué modo son incorporados en la presente línea de base

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Tabla 2-2 Proyectos con Resolución de Calificación Ambiental (RCA) Favorable en el Área de Influencia del Proyecto.

Proyecto	Titular	Forma de ingreso	Inversión (MMU\$)	RCA	Componentes ambientales relacionados	Incorporación en la Línea de Base
Prospección Pampa Camarones	Haldeman Mining Company S.A.	DIA	1,6	066/2010	Sin Relación	
Exploración Minera Proyecto Catanave	Southern Copper Corporation Agencia en Chile	EIA	0,9500	073/2010	Flora y vegetación	Si
					Calidad del aire	Sin Relación
					Arqueología	Si
Poder de Compra de Minerales ENAMI - Arica Parinacota	Empresa Nacional de Minería	DIA	2,6151	0068/2008	Sin relación	
Habilitación de infraestructura de acopio de minerales a granel, Arica	Sociedad Marítima y Comercial Somarco Ltda.	DIA	1,6752	0046/2008	Calidad del aire	Las mediciones de calidad del aire del sector incorporan el aporte de este proyecto, dado que ya ha sido implementado.
					Transporte	Si
Exploración Minera Choquelimpie	Sociedad Contractual Minera Vilacollo SA	DIA	0,5000	93/2007	Calidad del aire	Sin Relación
					Hidrogeología	Si
Prospección minera La	Minera MH	DIA	0,0005	119/2005	Sin relación	

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			
	MANGANESO LOS PUMAS			

Frontera	Chile Limitada					
Terminal de Embarque y Acopio de Graneles Minerales Puerto de Arica	Terminal Puerto Arica S.A.	DIA	3,2000	73/2005	Sin relación	
Traslado y Diposición de Suelo y Residuos con Contenidos Minerales	Sociedad Industria de Balatas SOINBAL S.A.	DIA	0,0204	025/2003	Calidad del Aire	Las mediciones de calidad del aire del sector incorporan el aporte de este proyecto, dado que ya ha sido implementado.
Optimización del Proyecto Minero Choquelimpie (Segunda Presentación)	Sociedad Contractual Minera Vilacollo SA	DIA	15,0000	0127/2002	Calidad del Aire Calidad de agua	Sin relación
Construcción de Infraestructura Pre Embarque de Minerales	Empresa Portuaria Arica	DIA	0,6700	00089/2002	Sin relación	
Exploraciones Anocarire	Minera Homestake Chile S.A	DIA	0,1000	015/98	Sin relación	

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

2.4 MEDIO FISICO

2.4.1 Clima y Meteorología

2.4.1.1 Introducción

En la siguiente sección se describe el clima y la meteorología del área de estudio. En primer lugar se presentan los diferentes elementos climáticos de la región de Arica y Parinacota, y posteriormente se detalla el clima a nivel local. La caracterización meteorológica se realizó utilizando los registros de estaciones de la Dirección General de Aguas (DGA) y una estación meteorológica presente en el área de estudio.

2.4.1.2 Objetivo

Caracterizar el clima y la meteorología del área de influencia del Proyecto (área de estudio).

2.4.1.3 Metodología

Para la caracterización del clima a nivel regional y local, se realizó una recopilación bibliográfica la cual consideró los antecedentes climáticos descriptivos de la Dirección General de Aeronáutica Civil, Dirección Meteorológica de Chile, la Bioclimatología de Chile de DiCastri, F. y E. Hajek. 1976 y otros textos que tratan sobre del clima en la región de Arica y Parinacota y la ex Región de Tarapacá. Adicionalmente, se utilizó como fuente de información la información presentada en Estudios y Declaraciones de Impacto Ambiental realizada en la región.

La caracterización meteorológica se realizó utilizando la información meteorológica registrada por estaciones de la Dirección General de Aguas y los registros de la estación meteorológica “Los Pumas” entre el 12 de Septiembre del 2010 y el 31 de Diciembre del mismo año. Las variables meteorológicas registradas en esta última estación, y que fueron utilizadas en la caracterización de la meteorología del área de estudio, fueron:

- Temperatura (°C)
- Humedad Relativa (%)
- Velocidad de vientos (m/s)
- Dirección de vientos (°)

2.4.1.4 Área de influencia

Para la componente “Clima”, el área de estudio corresponde a la Región de Arica y Parinacota, mientras que para la componente meteorología, el área de estudio corresponde a la localidad de

Putre y a la propiedad minera del Proyecto¹, ubicada a unos 25 km al noreste de la localidad de Putre, XV Región de Arica y Parinacota. Los vértices del polígono de esta última área se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 2-3 Coordenadas Geográficas de la Propiedad Minera del Proyecto.

Vértices	Coordenadas UTM (m) (Datum: PSAD56 – Huso 19)	
	Este	Norte
1	432.500	8.007.250
2	434.050	8.007.250
3	434.050	8.005.250
4	435.025	8.005.250
5	435.025	8.004.000
6	434.000	8.004.000
7	434.000	8.003.000
8	432.200	8.003.000
9	432.200	8.005.250
10	432.500	8.005.250

Fuente: Minera Hemisferio Sur.

A continuación se presenta la caracterización del clima y meteorología del área de estudio de manera desagregada.

2.4.1.5 Resultados y Analisis

- **Clima**

Caracterización del Clima a Nivel Regional

El Proyecto se encuentra localizado dentro de la provincia de Parinacota, ubicándose esta bajo el dominio climático de la región de Arica y Parinacota, en donde se distinguen, de acuerdo a la clasificación de Köppen, cuatro grandes zonas climáticas:

Clima Desértico con Nublados Abundantes (BWN): Se presenta en todo el sector costero de la región, caracterizándose por la nubosidad estratocumuliforme delimitado espesor que se presenta en horas de la noche disipándose en el transcurso de la mañana. Esta nubosidad se manifiesta como nieblas o camanchacas en sectores ubicados en el nivel de la capa de nubes, cuando las masas húmedas procedentes del mar chocan con la cordillera de la Costa ascendiendo bruscamente y produciendo la condensación de la humedad en pequeñas gotitas. Otra característica de este clima es la escasa diferencia entre las temperaturas extremas diarias así como entre los meses más cálidos y más fríos, que sólo alcanza a unos 6º a 7º C; la relativamente alta humedad y las casi inexistentes precipitaciones.

1 Exceptuando la caracterización de los vientos, la cual se realizó únicamente sobre el área donde se ubica la propiedad minera del Proyecto.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Clima Desértico Normal (BW): Este clima se presenta por sobre los 1000 m, en la zona denominada la Pampa de la región. Está caracterizado por una masa de aire muy estable y seca que origina una gran aridez, cielos despejados todo el año, una humedad atmosférica baja y una alta oscilación térmica diaria que puede llegar a unos 25° C, como en la Pampa del Tamarugal, debido al gran enfriamiento nocturno, que en algunos sectores produce mínimas cercanas a 0° C.

Clima Desértico Marginal de Altura (BWH): Este clima se presenta en las zonas próximas a la cordillera por encima de los 2.000 m de altura. Esta zona se ve caracterizada por una masa de aire inestable que por efectos de la altura produce nubosidad de desarrollo vertical que da origen a precipitaciones durante casi todos los veranos. Si bien no son tan abundantes como para eliminar la característica desértica, crean condiciones para la existencia de una incipiente vegetación estacional. Las temperaturas muestran un régimen relativamente frío, con un promedio no superior a los 10° C.

Clima de Estepa de Altura (BSH): Este clima se presenta por sobre los 3.500 m, elevación tal que las temperaturas medias no sobrepasan los 5° C y produce una gran amplitud térmica entre el día y la noche. Las precipitaciones más importantes ocurren en las tardes de verano, son de origen convectivo, provenientes de nubosidad producida por el ascenso de masas de aire cargadas de humedad por la ladera oriental de Los Andes, provenientes de la cuenca amazónica y del Atlántico. En algunos sectores superan los 400 mm al año pero disminuyen hacia el sur. La humedad relativa en general es baja.

Caracterización del Clima a Nivel Local

El área en que se emplaza el Proyecto se encuentra regida por un Clima de Estepa de Altura (BSH), el que se desarrolla a partir de los 3.500-4.000 metros de altitud, cubriendo toda el área altiplánica o meseta altoandina. El clima de la meseta altiplánica se caracteriza por presentar los efectos propios de la altura con bajas temperaturas, humedad, presión y densidad del aire.

Las precipitaciones se concentran en los meses de Diciembre a Marzo, durante la estación de verano, momento en que sufre un avance hacia el sur la Convergencia Intertropical, siguiendo el movimiento aparente del sol, lo que se traduce en un mayor desarrollo de nubosidad convectiva localizada en el sector sur de la cuenca amazónica, sector desde el cual el flujo de vientos hacia el Sureste aporta el vapor de agua que da origen a las precipitaciones estivales.

- **Meteorología**

La siguiente caracterización meteorológica se basa en las mediciones efectuadas por una estación de la Dirección General de Aguas (Putre) y por la estación meteorológica “Los Pumas” de la Minera Hemisferio Sur. Esta última cuenta con registros entre el 12 de Septiembre del año 2010 y el 31 de Diciembre del mismo año.

Los registros de las estaciones meteorológicas permiten caracterizar el área del Proyecto en cuanto a las variables: temperatura, humedad relativa y vientos. Las coordenadas UTM de las estaciones se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 2-4 Ubicación de Estaciones de Monitoreo de Meteorología.

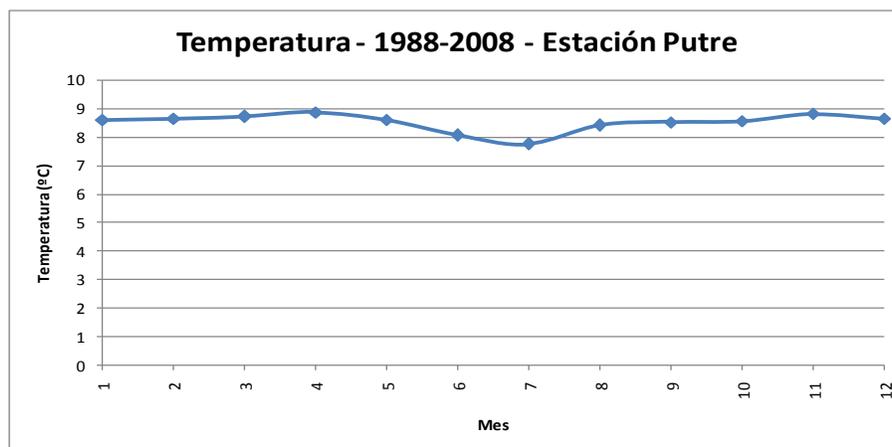
Estación	Coordenadas UTM (m) Datum WGS84 Zona 19	
	Norte	Este
Los Pumas	8.006.608	434.798
Putre (DGA)	7.987.664	440.751

A continuación se presentan cada una de las variables meteorológicas estudiadas.

- **Temperaturas**

Los registros de la estación meteorológica Putre, ubicada a unos 20 km del Proyecto, indican una temperatura media anual de 8,4° C, con temperaturas medias mensuales que oscilan entre los 9° C en el mes más caluroso, correspondiente a Abril, y los 7,8° C en el mes de Julio, que corresponde al mes más frío. La siguiente figura presenta las temperaturas medias mensuales de la estación Putre.

Figura 2-2 Temperatura Promedio Mensual – Estación Putre entre 1988 y 2008.



Fuente: Elaboración propia a partir de mediciones en la estación Putre.

Por su parte, las temperaturas promedio, mínimas y máximas mensuales registradas en la estación meteorológica Los Pumas entre el 12 de Septiembre del 2010 y el 30 de Septiembre del mismo año se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 2-5 Temperatura Media, Mínima y Máxima Mensual - Sep 2010 ~ Dic 2010.

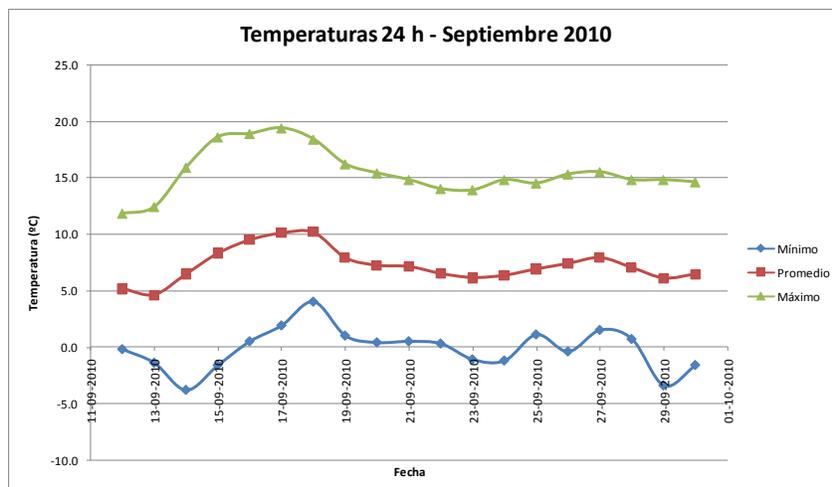
Año	Mes	Mínimo Mensual (°C)	Media Mensual (°C)	Máximo Mensual (°C)
2010	Septiembre (*)	-3,8	7,3	19,4
	Octubre	-4,8	6,1	16,8
	Noviembre	-4,9	5,9	16,3
	Diciembre	-2,9	6,6	16,8
Promedio		-	6,4	-

(*) Considera los registros entre el 12 y el 30 de Septiembre del 2010.

Fuente: Elaboración propia a partir de mediciones en la estación Los Pumas.

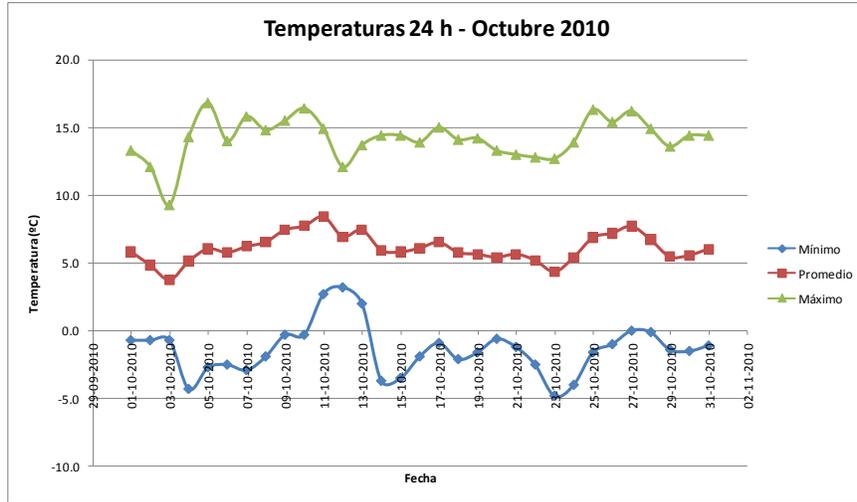
Complementando lo anterior, las siguientes figuras presentan los promedios, mínimos y máximos diarios registrados en la estación Los Pumas.

Figura 2-3 Temperatura Promedio, Máxima y Mínima Diaria – 12 de Sept. 2010 al 30 de Sept. 2010.



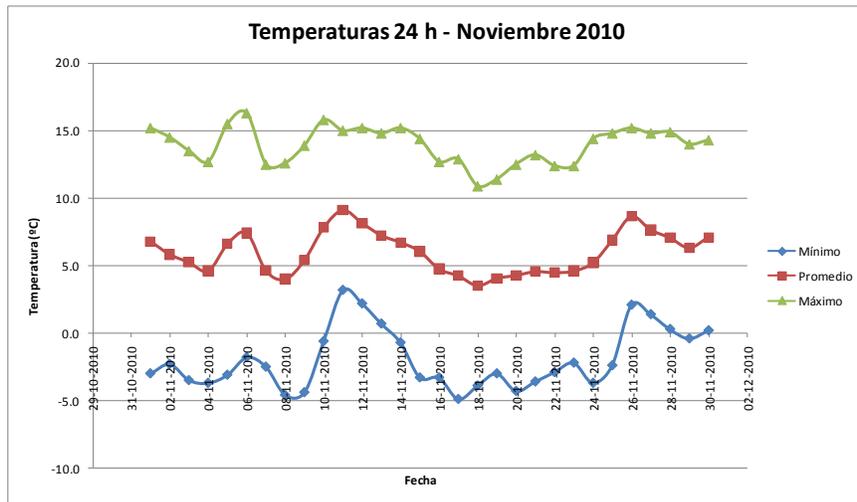
Fuente: Elaboración propia a partir de mediciones en la estación Los Pumas.

Figura 2-4 Temperatura Promedio, Máxima y Mínima Diaria - Octubre del 2010.



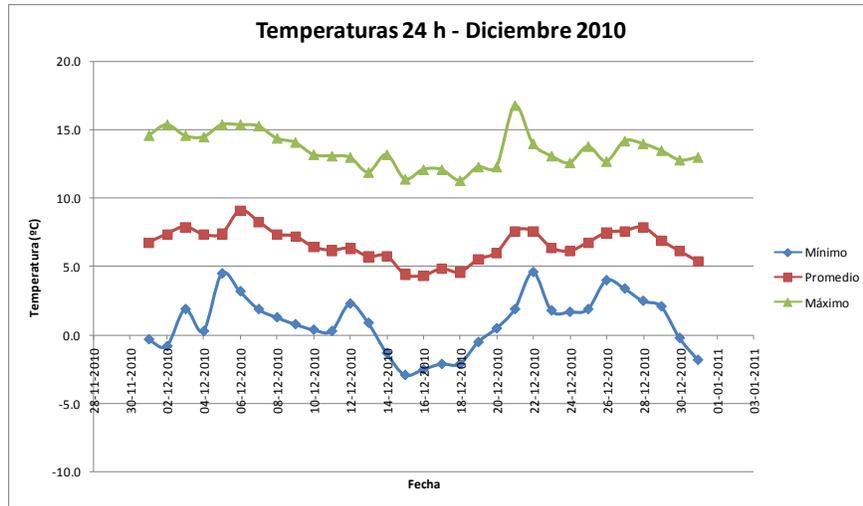
Fuente: Elaboración propia a partir de mediciones en la estación Los Pumas.

Figura 2-5 Temperatura Máxima y Mínima Diaria - Noviembre del 2010.



Fuente: Elaboración propia a partir de mediciones en la estación Los Pumas.

Figura 2-6 Temperatura Promedio, Máxima y Mínima Diaria - Diciembre del 2010.



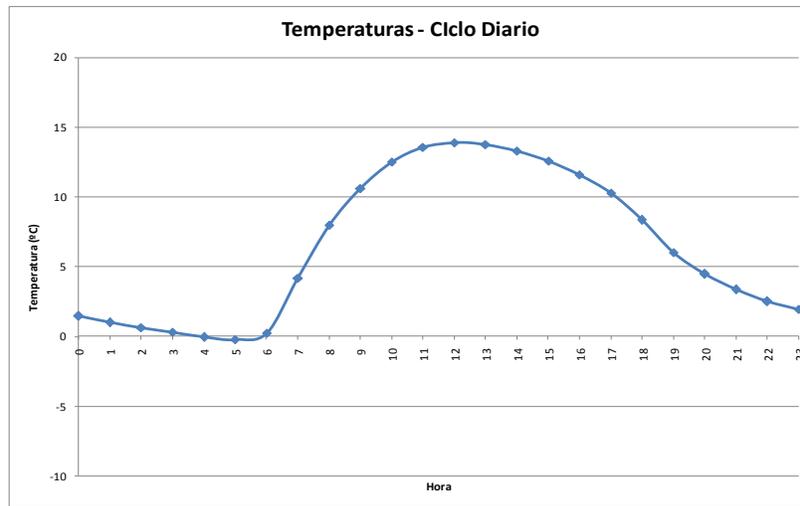
Fuente: Elaboración propia a partir de mediciones en la estación Los Pumas.

En las figuras presentadas anteriormente, se observa que la temperatura registrada en la estación meteorológica Los Pumas osciló entre $-4,9^{\circ}\text{C}$ el 17 de Noviembre del 2010 y $19,4^{\circ}\text{C}$ en Septiembre del mismo año. La temperatura media durante el mismo período fue de $6,4^{\circ}\text{C}$.

Adicionalmente, se observa que la máxima diferencia entre la temperatura mínima y la máxima registrada durante un día sucedió el 15 Septiembre alcanzando una oscilación térmica diaria de $20,2^{\circ}\text{C}$.

La siguiente figura presenta la oscilación térmica de un día promedio en la estación Los Pumas.

Figura 2-7 Temperatura Día Promedio –12-09-2010 ~ 31-12-2010.



Fuente: Elaboración propia a partir de mediciones en la estación Los Pumas.

De la figura anterior se observa que en la estación meteorológica Los Pumas, la oscilación térmica promedio entre el día y la noche fue de aproximadamente 14 °C.

- **Precipitaciones**

Debido a que la estación meteorológica Los Pumas no cuenta con registros pluviométricos, la cuantificación de esta variable durante el período de estudio se obtuvo únicamente de los registros de la estación pluviométrica Putre, de la Dirección Regional de Aguas (DGA).

Las precipitaciones más importantes ocurren en las tardes de verano y son de origen convectivo, provenientes de nubosidad producida por el ascenso de masas de aire cargadas de humedad por la ladera oriental de los Andes, desde la cuenca amazónica y del Atlántico.

La estación meteorológica Putre registró una precipitación media anual de 236 mm/año y tienen un carácter marcadamente estival estando estrechamente vinculadas con el fenómeno de lluvias convectivas llamado invierno boliviano, donde las masas de aire cargadas de humedad se desplazan desde el oeste y producto de la orografía, precipitan. La siguiente tabla presenta la precipitación media mensual de un año calendario.

Tabla 2-6 Precipitación (mm) mensual - Estación Pluviométrica Putre.

Estación	Pluviometría (mm)												Total
	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	
Putre	0	0,1	0,9	0,8	0,2	8	28	82	74	36	5	0,6	236

Fuente: Dirección General de Aguas (DGA).

- **Humedad Relativa**

La humedad relativa media anual registrada en la estación meteorológica Putre fue de 40%, variando entre valores cercanos al 65% en los meses estivales y al 30% en la temporada de invierno. Este fenómeno ocurre de manera inversa a lo que ocurre en gran parte del país y está dado por el desplazamiento y ascenso de masas de aire cargadas de humedad provenientes de la ladera oriental de Los Andes, que son las detonantes del denominado Invierno Boliviano y sus lluvias convectivas asociadas.

Por su parte, los registros de la estación meteorológica Los Pumas entre Septiembre y Diciembre del 2010 promediaron un 34% de humedad. La siguiente tabla contiene los valores de humedad relativa media mensual registrados en la estación meteorológica Los Pumas.

Tabla 2-7 Humedad Relativa Media Mensual - 12 de Sep del 2010 al 31 de Dic del 2010.

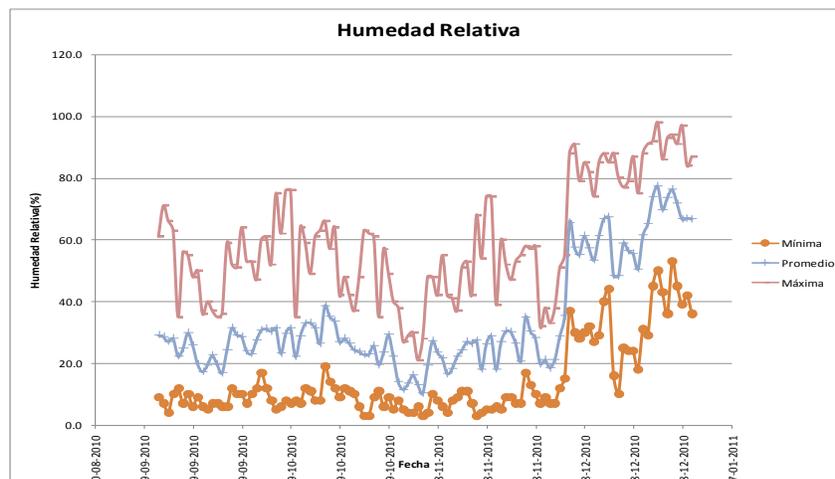
Año	Mes	Mínimo Mensual (°C)	Media Mensual (°C)	Máximo Mensual (°C)
2010	Septiembre (*)	4,0	24,7	71,0
	Octubre	3,0	27,9	76,0
	Noviembre	3,0	22,7	74,0
	Diciembre	7,0	58,0	98,0
Promedio			34,2	

(*) Considera los registros entre el 12 y el 30 de Septiembre del 2010.

Fuente: Elaboración propia a partir de mediciones en la estación Los Pumas.

Complementando lo anterior, la siguiente figura presenta los promedios, mínimos y máximos diarios registrados entre el 12 de Septiembre del 2010 y el 31 de Diciembre del 2010 en la misma estación.

Figura 2-8 Humedad Relativa Promedio, Máxima y Mínima Diaria – 12 de Sept. año 2010 al 31 de Dic. año 2010.



Fuente: Elaboración propia a partir de mediciones en la estación Los Pumas.

En la figura presentada anteriormente se observa que la humedad relativa registrada en la estación meteorológica Los Pumas osciló entre 3% y 98%.

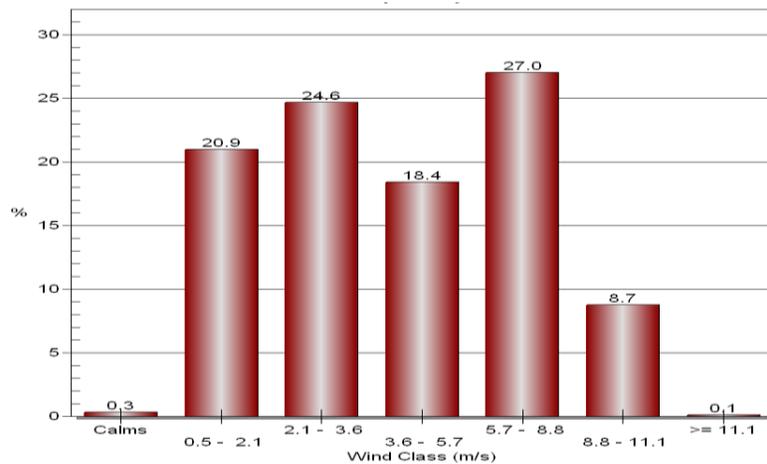
- **Régimen de Vientos**

La caracterización de vientos se realizó para el área donde se ubica la propiedad minera del Proyecto. Para esto, se utilizaron los registros de la estación meteorológica Los Pumas entre el 12 de Septiembre del 2010 y el 31 de Diciembre del mismo año.

El régimen de vientos en el área de estudio responde a las condiciones de montaña de altura influenciado fuertemente por la topografía de la zona. La velocidad del viento registrada en la estación Los Pumas durante el período estudiado se comportó de manera cíclica con valores fluctúan mayoritariamente entre los 0,5 y 8,8 m/s y presentando, durante un 0,3 % del tiempo, vientos calmos, es decir menores a 0,5 m/s. La velocidad promedio del viento durante el periodo fue de 4,65 m/s.

La siguiente figura presenta las distribuciones de velocidades de viento en la estación Los Pumas.

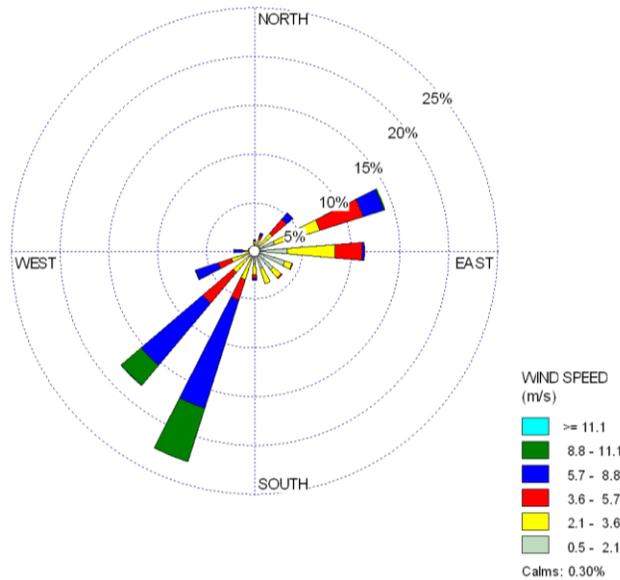
Figura 2-9 Distribución Velocidad de Vientos - 12 de Sept. Año 2010 al 31 de Dic. año 2010.



Fuente: Elaboración propia a partir de mediciones en la estación Los Pumas.

Los vientos registrados en la estación Los Pumas durante el período provinieron principalmente desde el Sur-suroeste (S-SW) y fueron de variada intensidad. Además se registraron vientos provenientes desde el Este (E) generalmente de menores intensidades. La siguiente figura presenta la rosa de vientos del período.

Figura 2-10 Rosa de Vientos del Período - 12 de Sept del 2010 al 31 de Dic. del 2010.



Fuente: Elaboración propia a partir de mediciones en la estación Los Pumas.

La siguiente tabla presenta la proporción del total de tiempo registrado en que ocurrieron los distintos vientos, en términos de velocidad y dirección de los mismos.

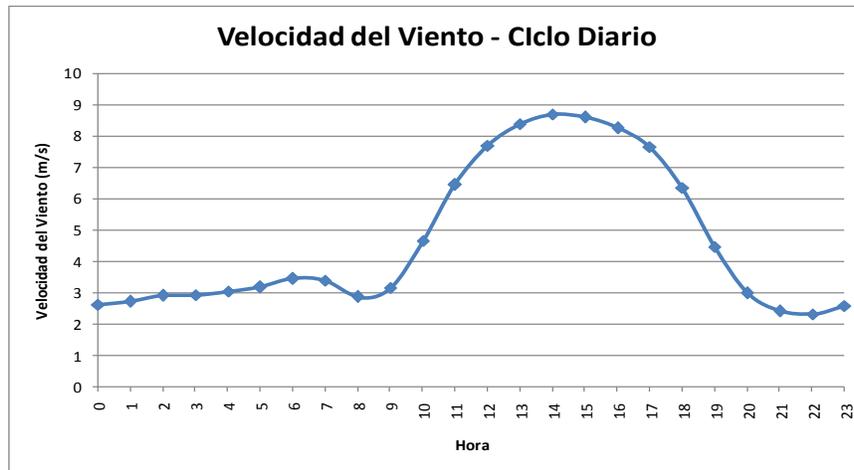
Tabla 2-8 Distribución de la Velocidad del Viento Según su Dirección (%)
12 de Septiembre del 2010 al 31 de Diciembre del 2010.

Dirección del Viento/ Velocidad del Viento	0,5 - 2,1	2,1 - 3,6	3,6 - 5,7	5,7 - 8,8	8,8 - 11,1	>= 11,1	Total
348,75 - 11,25	0,7	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	1,2
11,25 - 33,75	0,5	0,9	0,4	0,3	0,0	0,0	2,0
33,75 - 56,25	0,8	1,6	2,0	0,8	0,1	0,0	5,3
56,25 - 78,75	2,2	4,9	4,6	2,2	0,2	0,0	14,1
78,75 - 101,25	3,4	4,9	2,8	0,2	0,0	0,0	11,3
101,25 - 123,75	3,3	0,8	0,1	0,0	0,0	0,0	4,2
123,75 - 146,25	2,6	1,1	0,1	0,0	0,0	0,0	3,8
146,25 - 168,75	1,9	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6
168,75 - 191,25	1,4	1,1	0,4	0,2	0,0	0,0	3,1
191,25 - 213,75	1,1	2,1	2,2	11,6	5,7	0,0	22,7
213,75 - 236,25	0,9	2,1	4,1	8,3	2,7	0,1	18,0
236,25 - 258,75	0,5	2,0	1,4	2,4	0,0	0,0	6,5
258,75 - 281,25	0,5	0,6	0,2	0,9	0,0	0,0	2,2
281,25 - 303,75	0,3	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,7
303,75 - 326,25	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6
326,25 - 348,75	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
Sub-Total (%)	20,9	24,6	18,4	27,0	8,7	0,1	99,7
Calma (%)	0,3						

Fuente: Elaboración propia a partir de mediciones en la estación Los Pumas.

Respecto a las velocidades de vientos en un día promedio, se observa un aumento considerable en la velocidad del viento en el período diurno respecto del nocturno alcanzando un promedio de 8,7 m/s a las 14:00. Por su parte, entre las 20:00 y las 09:00 se registraron los vientos más calmos con una velocidad mínima promedio de 2,3 m/s a las 05:00. Lo anterior se presenta en la siguiente figura.

Figura 2-11 Velocidad de Vientos Promedio – 12 Setp año 2010 al 31 Dic. Año 2010.

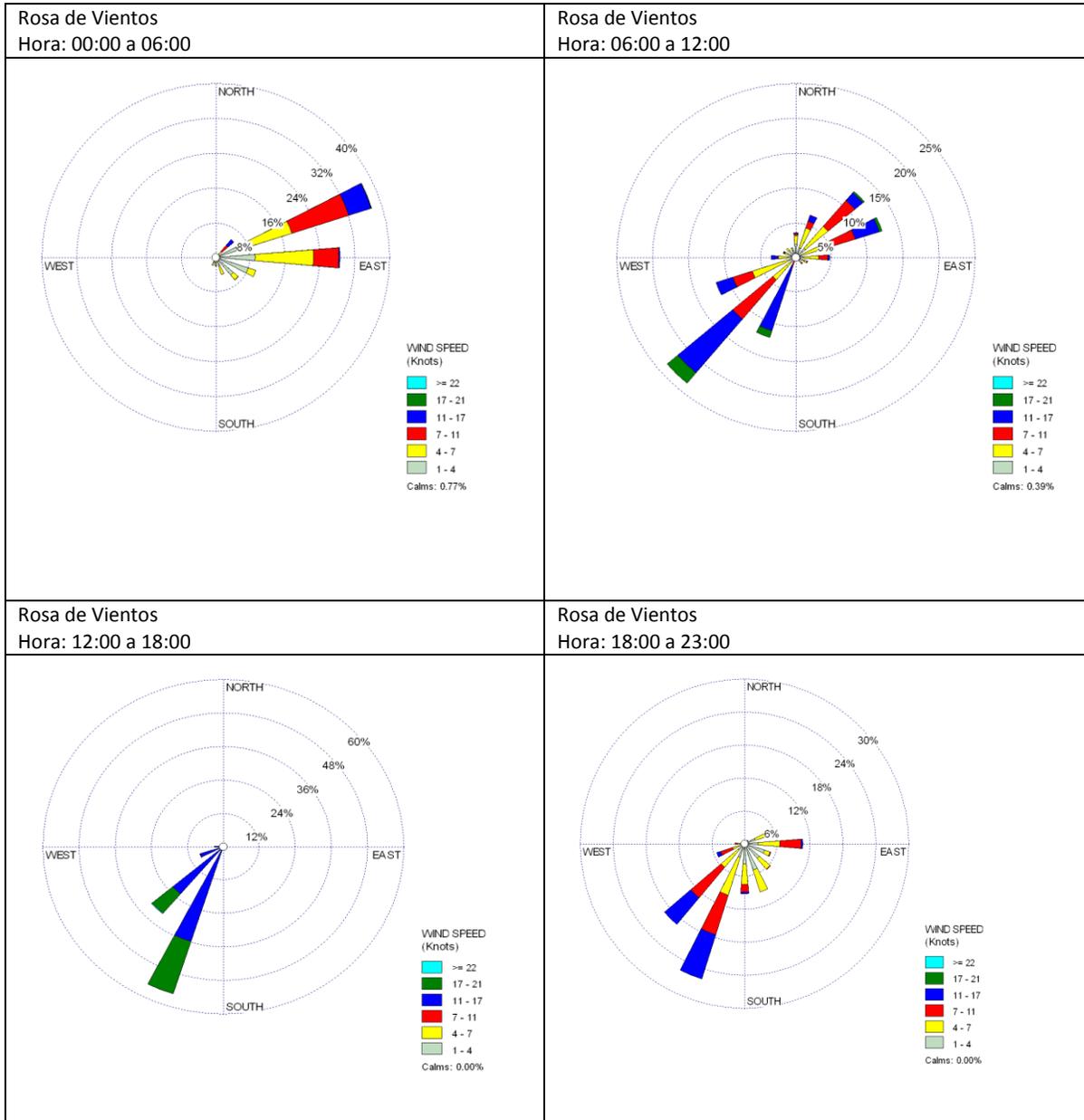


Fuente: Elaboración propia a partir de mediciones en la estación Los Pumas.

El análisis de campos de vientos del período de estudio indica que entre las 00:00 y las 06:00 horas existieron flujos de viento predominantes provenientes del Noreste-este (NE-E) presentando velocidades entre los 1 y 17 m/s. Entre las 06:00 y las 12:00 horas se observa un cambio en la configuración de los vientos los cuales presentaron direcciones variables entre Noreste-este (NE-E) y Suroeste (SW). Durante el periodo entre las 12:00 y las 18:00 horas predominaron los vientos desde el Sur-suroeste (S-SW) con velocidades mayores a los dos períodos del día anteriores alcanzando en ocasiones los 21 m/s. Finalmente durante el periodo entre las 18:00 y las 23:00 horas predominaron los vientos desde el Sur-suroeste (S-SW) y desde el Este con velocidades registradas entre 1 y 17 m/s.

La siguiente figura presenta los campos de viento representativos de cada período del día, monitoreados en la estación meteorológica Los Pumas durante el período.

Figura 2-12 Rosa de Viento por Período del Día - 12 Setp año2010 al 31 Dic. Año 2010.



Fuente: Elaboración propia a partir de mediciones en la estación Los Pumas.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

2.4.2 Calidad del aire

2.4.2.1 Introducción

En la siguiente sección se describe la calidad del aire del área de estudio. La caracterización de la componente se realizó utilizando los registros de estaciones monitoras presentes en el área de influencia del Proyecto.

2.4.2.2 Objetivo

Establecer la línea de base de calidad del aire del área de influencia del Proyecto.

2.4.2.3 Metodología

Para la caracterización de la calidad del aire del área de influencia del Proyecto, se realizó una recopilación de información de calidad del aire del sector. En primer lugar, se realizó una revisión de la información disponible en el “*Sistema de Información de Calidad del Aire*”² y posteriormente de estaciones monitoras privadas que eventualmente hayan sido comprometidas por proyectos del sector que hayan sido tramitados en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

El resultado de la revisión antes mencionada indicó que no existe estaciones monitoras con representatividad poblacional (EMRP) ni estaciones monitoras con representatividad de recursos naturales (EMRN). Adicionalmente, el SINCA indica que no existen estaciones monitoras de calidad del aire en la región.

Luego, la presente línea de base se basó en los resultados de dos campañas de monitoreo de material particulado realizadas por Minera Hemisferio Sur sobre la localidad de Putre. La primera campaña – en adelante Campaña 2010 – registró concentraciones de material particulado respirable (MP10) entre el 12 de Septiembre del 2010 y el 11 de Octubre del mismo año en la localidad de Coronel Alcérreca; mientras que la segunda campaña – en adelante Campaña 2011 – registró concentraciones de MP10, material particulado fino (MP2.5) y material particulado sedimentable (MPS) entre el 6 de Mayo del 2011 y el 30 de Junio del mismo año en la localidad de Coronel Alcérreca (MP10 y MP2.5) y en el sitio de emplazamiento del Proyecto (MPS).

Las coordenadas UTM de la estación de monitoreo de calidad del aire y sus características se muestran en la tabla siguiente.

² SINCA – <http://sinca.conama.cl>

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Tabla 2-9 Estación de Monitoreo de Calidad del Aire.

Nombre de la Estación	Propietario	Variables Consideradas	Período Considerado	Coordenadas UTM (m) Datum WGS84 Zona 19	
				Norte	Este
Estación Coronel Alcérreca	Minera Hemisferio Sur	MP10	-12 de Septiembre del 2010 al 11 de Octubre del 2010. (a) -6 de Mayo del 2011 al 30 de Junio del 2011. (b)	8.010.495	430.109
		MP2.5	-6 de Mayo del 2011 al 30 de Junio del 2011. (b)		
Estación MPS	Minera Hemisferio Sur	MPS	-6 de Mayo del 2011 al 30 de Junio del 2011. (b)	8.006.608	434.798

(a) Fuente: "Campaña de Monitoreo de Meteorología y Material Particulado Respirable MP10. Localidad de Putre - 2010" de Minera Hemisferio Sur.

(b) Fuente: "Campaña de Monitoreo Material Particulado Respirable MP10, MP2.5, Sedimentable y Meteorología. Localidad de Putre - 2011" de Minera Hemisferio Sur.

Fuente: Elaboración propia.

Para el análisis de la calidad del aire en el área de influencia del Proyecto, se realizó la comparación de los registros de la estación de monitoreo respecto a las normas de calidad del aire establecidas por la legislación vigente, y que corresponden a las presentadas en la siguiente tabla.

Tabla 2-10 Normas de Calidad del Aire.

Parámetro	Estadístico	Límite	Respaldo Legal
MP10	Media Anual (a)	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$	D.S. 59/98 MINSEGPRES
	Percentil 98 promedio diario	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$	D.S. 59/98 MINSEGPRES
MP2.5	Media Anual (b)	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$	D.S. N° 12/11 MINSEGPRES
	Percentil 98 promedio diario (c)	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$	D.S. N° 12/11 MINSEGPRES
MPS (d)	Promedio Anual	100 $\text{mg}/\text{m}^2\text{-d}$	D.S. N° 04/92 MINAGRI
	Promedio Mensual	150 $\text{mg}/\text{m}^2\text{-d}$	D.S. N° 04/92 MINAGRI

(a) Aplicable al promedio anual de tres años consecutivos.

(b) Norma aplicable al promedio anual de tres años consecutivos a partir del año 2012.

(c) Norma aplicable a partir del año 2012. (d) Normativa de carácter referencial.

Fuente: Elaboración propia.

2.4.2.4 Área de influencia

El área de influencia del Proyecto en esta componente corresponde a un área de 50 x 50 km en cuyo interior se encuentran ubicadas la faena minera de Hemisferio Sur, el Parque Nacional Lauca y las localidades de Coronel Alcérreca y Putre. La siguiente tabla presenta las coordenadas del área de influencia del Proyecto en la componente aire (ver Figura siguiente).

Tabla 2-11 Área de Influencia – Componente Aire.

Vértices	Coordenadas UTM (m) (Datum: WGS84 – Huso 19)	
	Este	Norte
1	408.798	7.973.703
2	408.798	8.023.703
3	458.798	8.023.703
4	458.798	7.973.703

Fuente: Elaboración Propia.

La siguiente figura presenta la ubicación del área de influencia del Proyecto y la estación de calidad del aire considerada en el presente estudio.

Figura 2-13 Área de Influencia y Estación Monitora.



Fuente: Elaboración propia.

2.4.2.5 Resultados

La caracterización de la calidad del aire en el área de influencia del Proyecto, en particular las concentraciones atmosféricas de material particulado respirable (MP10), material particulado fino (MP2.5) y material particulado sedimentable, consideró los registros de la “Estación MPS” y la “Estación Coronel Alcérreca” efectuadas durante las campañas de monitoreo del año 2010 y 2011 (Ver Tabla 2-9). A continuación se analizan los registros de ambas estaciones para cada contaminante.

Material Particulado Respirable (MP10)

La concentración media de MP10 registrada en la Estación Coronel Alcérreca se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 2-12 Concentración Promedio de MP10 ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)

Concentración MP10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	
Estación Coronel Alcérreca	
Valor Campaña 2010 (a)	4,8
Valor Campaña 2011 (b)	23,5
Norma (c)	50
% de Norma año 2010	10%
% de Norma año 2011	47%

- (a) Valor promedio de las concentraciones de MP10 registradas entre el 12 de Septiembre del 2010 al 11 de Octubre del 2010.
- (b) Valor promedio de las concentraciones de MP10 registradas entre el 6 de Mayo del 2011 al 30 de Junio del 2011.
- (c) Corresponde al límite de saturación establecido por el D.S. Nº 59/98 para la concentración media anual de MP10 de tres años consecutivos.

Se observa que durante las campañas de monitoreo realizadas en los años 2010 y 2011, la concentración media de MP10 registrada alcanzó el 10% y 47% del límite de saturación establecido por el D.S. Nº 59/1998 MINSEGPRES, respectivamente.

Por su parte, los máximos de las concentraciones promedio 24 horas de MP10 registrados durante ambas campañas de monitoreo (2010 y 2011) en la Estación Coronel Alcérreca se muestra en la Tabla 2-13³.

3 Debido a que no se cuenta con mediciones durante un año calendario, el estadístico calculado correspondió al “Máximo 24 h” en lugar del “Percentil 98 de las Concentraciones 24 h”.

Tabla 2-13 Máximo de Concentraciones 24 horas de MP10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$).

Concentración MP10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	
Estación Coronel Alcérreca	
Valor Campaña 2010 (a)	7,0
Valor Campaña 2011 (b)	52,0
Norma (c)	150
% de Norma año 2010	5%
% de Norma año 2011	35 %

- (a) Valor máximo de las concentraciones promedio 24 horas de MP10 registradas entre el 12 de Septiembre del 2010 al 11 de Octubre del 2010.
- (b) Valor máximo de las concentraciones promedio 24 horas de MP10 registradas entre el 6 de Mayo del 2011 al 30 de Junio del 2011.
- (c) Corresponde al límite de saturación establecido por el D.S. Nº 59/98 para el Percentil 98 de las concentraciones 24 h de MP10.

Se observa que durante las campañas de monitoreo realizadas en los años 2010 y 2011, la concentración máxima 24 horas de MP10 registrada alcanzó el 5% y 35% del límite de saturación establecido por el D.S. Nº 59/1998 MINSEGPRES, respectivamente.

Material Particulado Fino (MP2.5)

La concentración media de MP2.5 registrada en la Estación Coronel Alcérreca en la campaña de monitoreo del año 2011 se muestra en la Tabla 2-14.

Tabla 2-14 Concentración Promedio de MP2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)

Concentración MP2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	
Estación Coronel Alcérreca	
Valor Campaña 2011 (a)	5
Norma (b)	20
% de Norma año 2011	25%

- (a) Valor promedio de las concentraciones de MP2.5 registradas entre el 6 de Mayo del 2011 al 30 de Junio del 2011.
- (b) Corresponde al límite de saturación establecido por el D.S. Nº 12/11 para la concentración media anual de MP2.5 de tres años consecutivos.

Se observa que durante la campaña de monitoreo realizada entre el 6 de Mayo del 2011 al 30 de Junio del 2011, la concentración media de MP2.5 registrada en la Estación Coronel Alcérreca alcanzó el 25% del límite de saturación establecido por el D.S. Nº 12/2011 MINSEGPRES, decreto que entrará en vigencia a partir del año 2012.

Por su parte, el máximo de las concentraciones promedio 24 horas de MP2.5 registrado en las Estación Coronel Alcérreca se muestra en la Tabla 2-15⁴.

4 Debido a que no se cuenta con mediciones durante un año calendario, el estadístico calculado correspondió al "Máximo 24 h" en lugar del "Percentil 98 de las Concentraciones 24 h".

Tabla 2-15 Máximo de Concentraciones 24 horas de MP2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$).

Concentración MP2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	
Estación Coronel Alcérreca	
Valor Campaña 2011 (a)	12,0
Norma (b)	50
% de Norma año 2011	24%

- (a) Valor máximo de las concentraciones promedio 24 horas de MP2.5 registradas entre el 6 de Mayo del 2011 al 30 de Junio del 2011.
- (b) Corresponde al límite de saturación establecido por el D.S. N° 12/11 para el Percentil 98 de las concentraciones 24 h de MP2.5.

Se observa que durante la campaña de monitoreo realizada entre el 6 de Mayo del 2011 al 30 de Junio del 2011, la concentración máxima 24 horas de MP2.5 registrada en la Estación Coronel Alcérreca alcanzó el 24% del límite de saturación establecido por el D.S. N° 12/2011 MINSEGPRES, decreto que entrará en vigencia a partir del año 2012.

Material Particulado Sedimentable (MPS)

La concentración media de MPS registrada en la “Estación MPS” durante la campaña de monitoreo del año 2011 se muestra en la Tabla 2-16.

Tabla 2-16 Concentración Promedio de MPS ($\text{mg}/\text{m}^2\text{-d}$)

Concentración MPS ($\text{mg}/\text{m}^2\text{-d}$)	
Estación MPS	
Valor Campaña 2011 (a)	6.5
Norma (b)	100
% de Norma año 2011	6,5%

- (a) Corresponde a la concentración promedio registrada en la estación monitorea ubicada en el sitio de emplazamiento del Proyecto (Estación MPS) entre el 6 de Mayo del 2011 y el 30 de Junio del 2011.
- (b) Corresponde al límite establecido por el D.S. N° 4/92 MINAGRI para la concentraciones promedio anual.

Luego, se observa que durante la campaña de monitoreo realizada entre el 6 de Mayo del 2011 al 30 de Junio del 2011, la concentración media de MPS registrada en la Estación MPS alcanzó el 6,5 % del límite establecido por la norma de referencia (D.S. N° 4/1992 MINAGRI).

Por su parte, el máximo de las concentraciones promedio mensual de MPS registrado en la “Estación MPS” se muestra en la Tabla 2-17.

Tabla 2-17 Máximo Promedio Mensual de MPS (mg/m²-d).

Concentración MPS (mg/m ² -d)	
Estación MPS	
Valor Campaña 2011 (a)	7,7
Norma (b)	150
% de Norma año 2011	5%

(a) *Corresponde a la concentración máxima promedio mensual registrada en la estación monitora ubicada en el sitio de emplazamiento del Proyecto (Estación MPS) entre el 6 de Mayo del 2011 y el 30 de Junio del 2011.*

(b) *Corresponde al límite establecido por el D.S. N° 4/92 MINAGRI para la concentraciones máxima promedio mensual.*

Luego, se observa que durante la campaña de monitoreo realizada entre el 6 de Mayo del 2011 al 30 de Junio del 2011, la concentración máxima promedio mensual de MPS registrada en la Estación MPS alcanzó el 5 % del límite establecido por la norma de referencia (D.S. N° 4/1992 MINAGRI).

Resultados – Escenario Proyectado sin MLP

Con la finalidad de estimar la calidad del aire sobre la cual se ejecutará el Proyecto MLP, se ha desarrollado un “Escenario Proyectado sin MLP” el cual considera todos los proyectos instalados en el área de influencia del presente Proyecto, que cuenten con resolución de calificación ambiental (RCA) favorable pero que en Septiembre del 2010, no se encontraban aún generando emisiones, lo que implica que sus aportes no fueron reflejados en los registros de la estación monitora utilizadas para desarrollar la presente línea de base.

La Tabla 2-18 identifica los proyectos ingresado al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) desde el 2006 a la fecha y que cuentan con una RCA favorable. Adicionalmente, en la tabla se indica para cada proyecto si este declara emisiones y/o aportes a la calidad del aire del sector.

Tabla 2-18 Aporte de Proyectos ingresados al SEIA.

Proyecto	Titular	Forma de ingreso	RCA	Fase del Proyecto	Emisión Declarada	Aporte Declarado en Concentración de MP10, MP2.5 y MPS.
Prospección Pampa Camarones	Haldeman Mining Company S.A.	DIA	066/2010	Sin Relación		
Exploración Minera Proyecto Catanave	Southern Copper Corporation Agencia en Chile	EIA	073/2010	No iniciado (Operación inicia en abril 2011)	Declara emisiones como poco significativas y transitorias.	No declara.
Poder de Compra de Minerales ENAMI - Arica Parinacota	Empresa Nacional de Minería	DIA	0068/2008	Sin relación		
Habilitación de infraestructura de acopio de minerales a granel, Arica	Sociedad Marítima y Comercial Somarco Ltda.	DIA	0046/2008	En operación	Declara emisiones de MP10 principalmente asociadas al polvo resuspendido y propone medidas de abatimiento. No cuantifica las emisiones generadas	No declara.
Exploración Minera Choquelimpie	Sociedad Contractual Minera Vilacollo SA	DIA	93/2007	No iniciado	MP10: Preparación y montaje: 0,3 kg/d Exploración: 5,3 kg/d Abandono: 0,3 kg/d	No declara.
Prospección minera La Frontera	Minera MH Chile Limitada	DIA	119/2005	Sin relación		
Terminal de Embarque y Acopio Graneles Minerales Puerto de Arica	Terminal Puerto Arica S.A.	DIA	73/2005	Sin relación		

Proyecto	Titular	Forma de ingreso	RCA	Fase del Proyecto	Emisión Declarada	Aporte Declarado en Concentración de MP10, MP2.5 y MPS.
Traslado y Diposición de Suelo y Residuos con Contenidos Minerales	Sociedad Industria de Balatas SOINBAL S.A.	DIA	025/2003		Declara emisiones de MP10 principalmente asociadas al tránsito de vehículos y movimiento de tierras. No cuantifica las emisiones generadas.	No declara.
Optimización del Proyecto Minero Choquelimpie (Segunda Presentación)	Sociedad Contractual Minera Vilacollo SA	DIA	0127/2002	No iniciado	Declara emisiones de MP10 por (polvo fugitivo". No cuantifica las emisiones generadas.	No declara.
Construcción de Infraestructura Pre Embarque de Minerales	Empresa Portuaria Arica	DIA	00089/2002	Sin relación		

Fuente: Elaboración propia basada en proyectos publicados en el www.sea.gob.cl.

Para la generación del Escenario Proyectado sin MLP, no han sido considerados aquellos proyectos que en sus respectivos Estudios o Declaraciones de Impacto Ambiental, han declarado generar emisiones atmosféricas poco significativas o despreciables y que por consiguiente, no hayan estimado un aporte en la calidad del aire del sector; y aquellos que no declaran emisiones atmosféricas, entendiéndose que son inexistentes o poco significativas.

Considerando los criterios establecidos anteriormente se puede concluir que no existen proyectos sometidos al SEIA que generen aportes significativos a la línea base registrada en la estación Coronel Alcérreca. Luego, el escenario proyectado sin MLP corresponde a la registrada por la mencionada estación y cuyos estadísticos fueron presentados en las tablas 2-12 a la 2-17 en esta sección.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

2.4.3 Ruido y Vibraciones

2.4.3.1 Introducción

El entorno sonoro, se caracteriza por corresponder a un sector desértico topográficamente irregular, cercano a las Repúblicas de Perú y Bolivia con presencia habitacional aislada a más de 4Km del área del proyecto.

2.4.3.2 Objetivos

Los objetivos de este estudio son:

- Identificar sectores sensibles al ruido aledaños al proyecto que pudiesen verse afectados durante la etapa de construcción y operación del Proyecto.
- Obtener los niveles basales de ruido diurno y nocturno en los sectores sensibles identificados.

2.4.3.3 Metodología

Normativa Aplicada

Para evaluar los niveles de ruido se aplica el DS 146/97 el cual establece los niveles máximos permisibles de presión sonora corregidos y los criterios técnicos para evaluar y calificar la emisión de ruidos molestos generados por fuentes fijas hacia la comunidad, tales como las actividades industriales, comerciales, recreacionales, artísticas u otras.

Algunos párrafos relevantes de dicho decreto se extractan a continuación.

Zona I: Aquella zona cuyos usos de suelo permitidos de acuerdo a los instrumentos de planificación territorial corresponden a habitacional y equipamiento a escala vecinal.

Zona II: Aquella zona cuyos usos de suelo permitidos de acuerdo a los instrumentos de planificación territorial corresponden a los indicados para la Zona I, y además se permite equipamiento a escala comunal y/o regional.

Zona III: Aquella zona cuyos usos de suelo permitidos de acuerdo a los instrumentos de planificación territorial corresponden a los indicados para la Zona II, y además se permite industria inofensiva.

Zona IV: Aquella zona cuyo uso de suelo permitido de acuerdo a los instrumentos de planificación territorial corresponde a industrial, con industria inofensiva y/o molesta.

Los niveles de presión sonora corregidos que se obtengan de la emisión de una fuente fija emisora de ruido, medidos en el lugar donde se encuentre el receptor, no podrán exceder los valores que se fijan en la Tabla 2-19.

Tabla 2-19 Límite D.S.146/97 del MINSEGPRES.

Zonas	de 7 a 21 Hrs.	de 21 a 7 Hrs.
Zona I	55	45
Zona II	60	50
Zona III	65	55
Zona IV	70	70

En las áreas rurales, los niveles de presión sonora corregidos que se obtengan de la emisión de una fuente fija emisora de ruido, medidos en el lugar donde se encuentre el receptor, no podrán superar al ruido de fondo en 10 dB (A) o más.

Identificación de receptores sensibles al ruido

Se realizó una visita inspectiva donde fue posible advertir que no existen receptores sensibles dentro del área de influencia, por lo tanto, las mediciones de ruido basal se efectuaron sobre los receptores más cercanos que se ubican a más de 4 km del proyecto. Los criterios utilizados corresponde a presencia de actividades que puedan verse afectadas por el proyecto, distancia y accesibilidad. Además se registró en éstos el ruido de fondo a modo de caracterizar el entorno sonoro existente actualmente.

Niveles Basales de Ruido

Los niveles basales de ruido se obtuvieron mediante el procedimiento establecido en el D.S.146/97 para medir ruido de fondo:

“Para la obtención del nivel de presión sonora de ruido de fondo, se medirá NPSeq en forma continua, hasta que se estabilice la lectura, registrando el valor de NPSeq cada cinco 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.”

Las mediciones de ruido se efectuaron el día 23 de Marzo del 2011 entre las 15:00-19:00 hrs. durante el período diurno y entre las 21:00 y 00:00 hrs. durante el periodo nocturno.

Los instrumentos utilizados para caracterizar la línea base de ruido son:

- Sonómetro Integrador Tipo 2, Delta OHM HD2010.
- Calibrador acústico 94 dB, 1 KHz, Delta OHM HD9102.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

- Pantalla antiviento.
- GPS Garmin Etrex Venture HC.
- Trípode 1.5 metros de altura.
- Cámara fotográfica digital.

2.4.3.4 Área de influencia

El área de influencia permite delimitar el análisis de la línea base a una determina extensión geográfica en función de las características particulares del proyecto en su etapa de construcción y posterior operación.

El área de influencia directa (AID) corresponde a la zona delimitada donde tienen lugar los efectos directos de la obra, actividades y/o acciones del proyecto, mientras que el área de influencia indirecta (AII) corresponde al área donde se manifiestan los efectos indirectos del proyecto o sectores específicos donde se esperan impactos residuales eventuales.

Para definir adecuadamente el AI, es preciso contar con una apropiada descripción del proyecto tanto de su etapa de construcción como posterior operación, y así estimar preliminarmente el área donde los niveles de ruido presentan riesgo de generar un impacto significativo sobre la comunidad. Lo anterior requiere conocer las zonas o sectores donde se emplazarán las principales actividades del proyecto de modo de dimensionar su magnitud e influencia sobre el entorno.

En éste sentido el estudio acústico considera a las faenas de movimiento de tierra y hormigonado, al montajes de equipos y compresores como las principales actividades durante la etapa de construcción donde se esperan los mayores impactos, definiendo un área de influencia directa de 300 m desde el frente de trabajo, mientras que durante la etapa de operación el área de influencia se estima en 2 Km considerando el nivel de emisión de ruido característico durante una tronadura (100 dBA; @10m) y los resultados de la presente línea base.

Como AID se considera una distancia de 500 metros centrada en las vías por donde circularán los camiones de carga durante la etapa de operación.

2.4.3.5 Resultados

Identificación de receptores sensibles al ruido

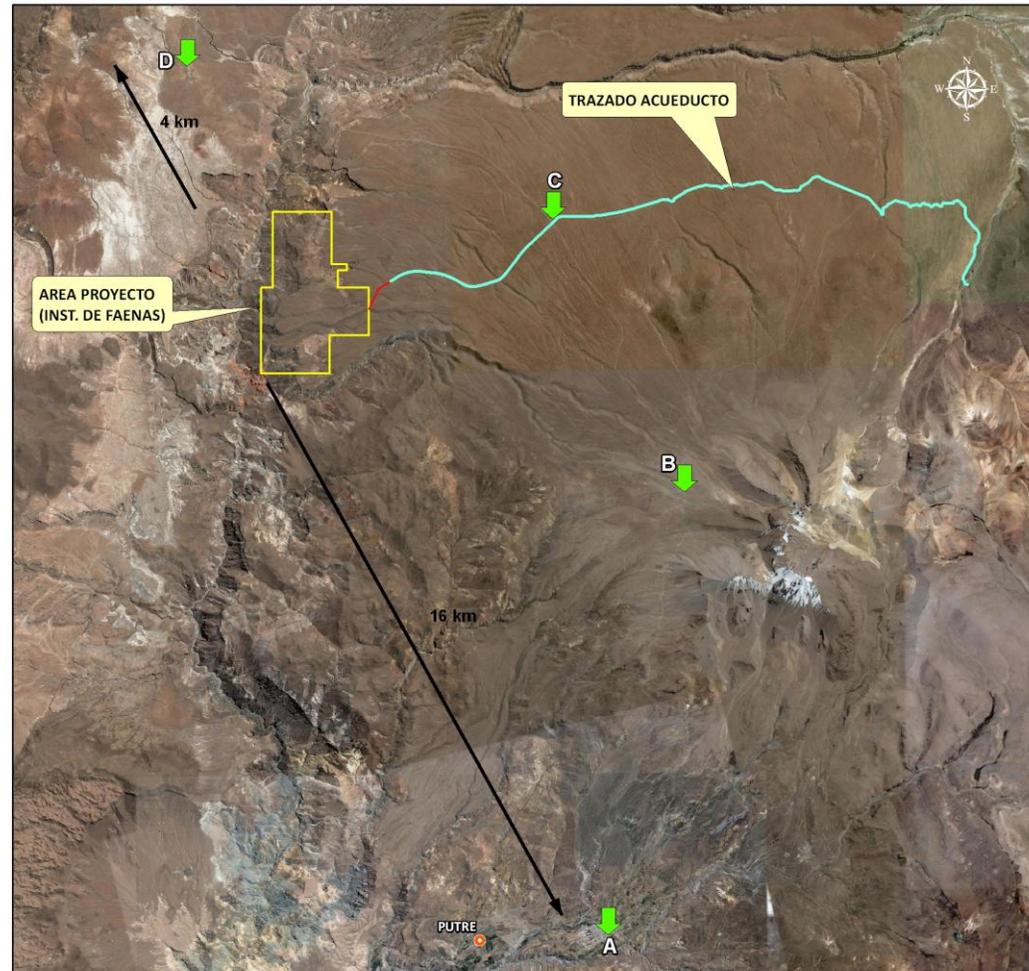
Los principales receptores corresponden a viviendas rurales de baja altura ubicadas en los pueblos de Alcerreca al Norte del proyecto y Putre al Sur del proyecto. Además, se registran el sector por donde cruzará el acueducto del proyecto la Ruta A-23 y el límite Norte del Parque Nacional Lauca. El sitio de acopio se ubica en un sector industrial de baja densidad.

Las figuras siguientes detallan la ubicación del área del proyecto y del sitio de acopio respectivamente, además de los puntos receptores en verde (A hasta D para el yacimiento y E hasta G para el sitio de acopio) y que representa los sectores con actividad sensible al ruido. Posteriormente se presentan los puntos receptores, su ubicación en el plano general, sus

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

coordenadas (Datum: WGS 84, huso 19K), la distancia al trazado del proyecto más cercano y la descripción de éste.

Figura 2-14 Ubicación general y puntos de medición



Fuente: Elaboración propia en base Google earth.

Figura 2-15 Ubicación general y puntos de medición

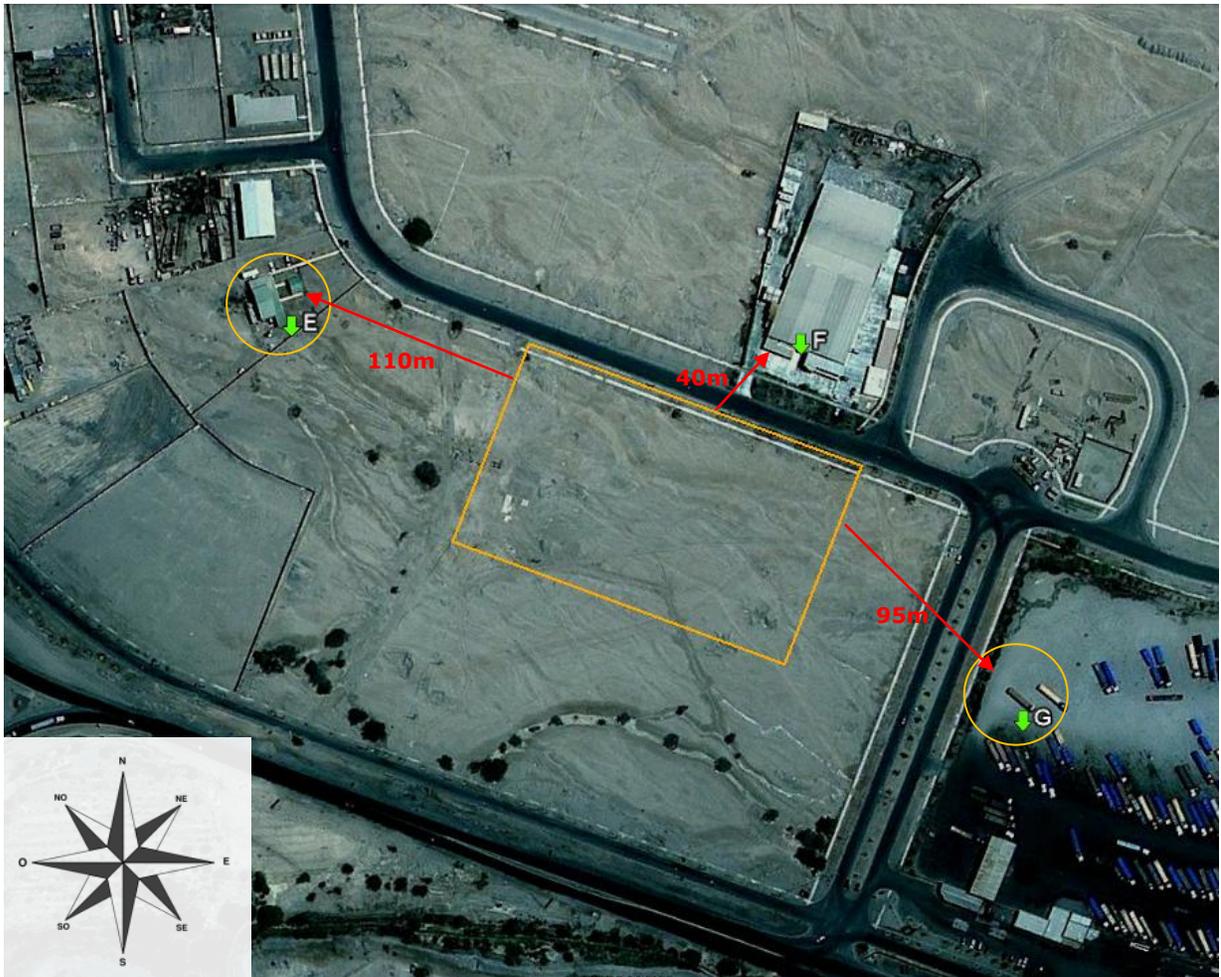
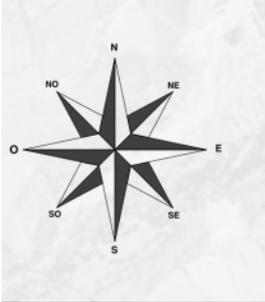
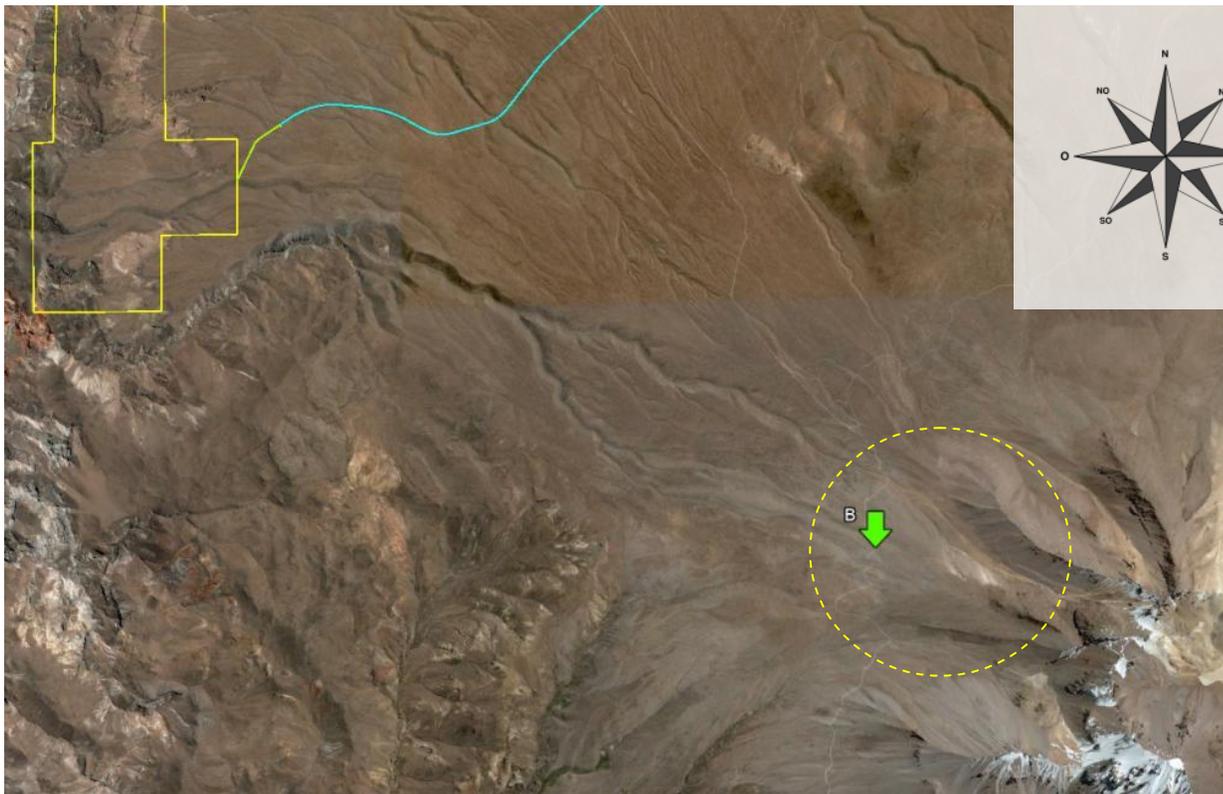


Figura 2-16 Puntos de evaluación y receptores cercanos.

PUNTO:	A	UTM E:	441.111	UTM N:	7.987.900	Distancia:	16km
							
							
<p>DESCRIPCIÓN Viviendas de un piso, ubicadas en la comuna de Putre, 16 kms al Sur del área del proyecto y aprox. 6 kms al Poniente de la intersección de la Ruta 11 con la Ruta A-23.</p>							

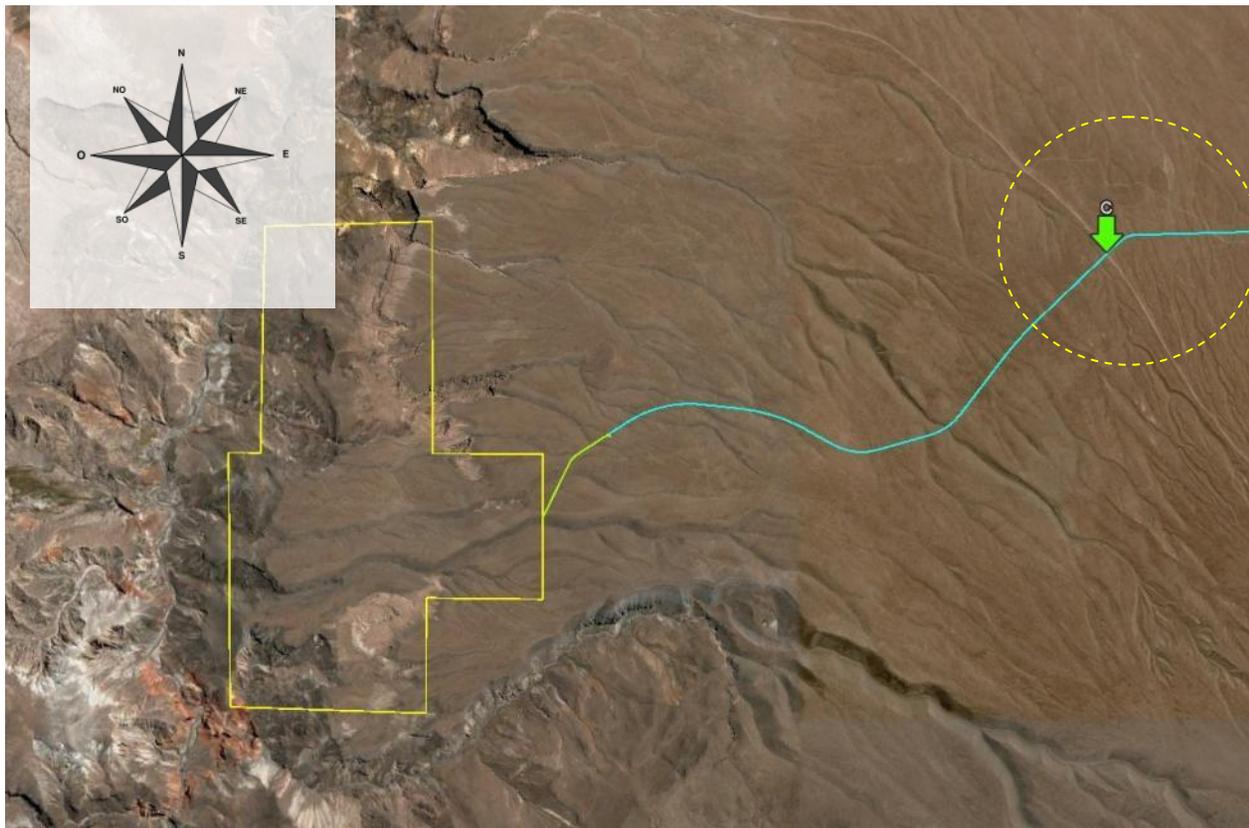
PUNTO:	B	UTM E:	443.126	UTM N:	7.999.617	Distancia:	9.2Km
---------------	---	---------------	---------	---------------	-----------	-------------------	-------



DESCRIPCIÓN

Límite Norte del Parque Nacional Lauca por la Ruta A-23.

PUNTO:	C	UTM E:	443.126	UTM N:	7.999.617	Distancia:	5.2Km
---------------	---	---------------	---------	---------------	-----------	-------------------	-------



DESCRIPCIÓN
Sector por donde cruzará el acueducto del proyecto a la Ruta A-23.

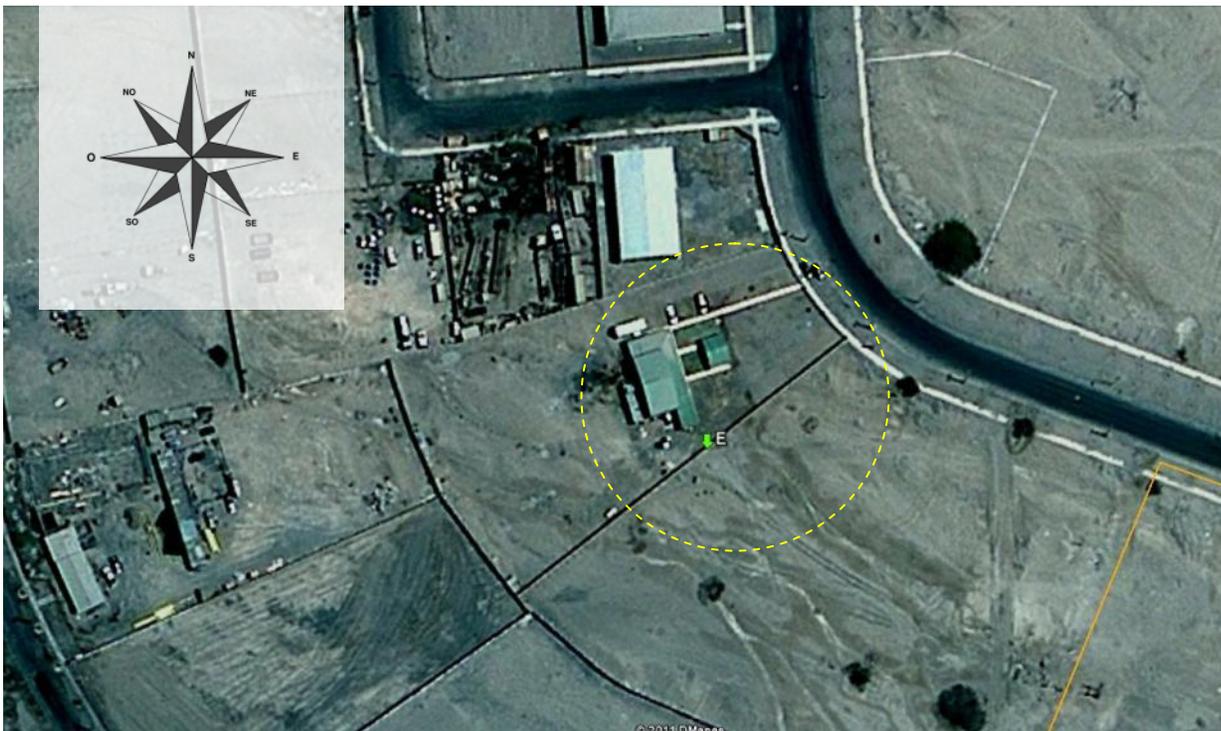
PUNTO:	D	UTM E:	430.060	UTM N:	8.010.747	Distancia:	4Km
---------------	---	---------------	---------	---------------	-----------	-------------------	-----



DESCRIPCIÓN

Subcomisaría Chacalluta Reten Alcerreca, ubicada en la localidad de Alcerraca 4kms al Norte del área del proyecto.

PUNTO:	E	UTM E:	363.008	UTM N:	7.965.646	Distancia:	110m
---------------	---	---------------	---------	---------------	-----------	-------------------	------



DESCRIPCIÓN

Industria Naturoil S.A. ubicada en dirección poniente del proyecto.
Uno Norte esquina Yango, Loteo Industrial Puerta de América, Manzana B Sitio 26.

PUNTO:	F	UTM E:	363.236	UTM N:	7.965.626	Distancia:	40m
---------------	---	---------------	---------	---------------	-----------	-------------------	-----



DESCRIPCIÓN

Industria ubicada en dirección norte

Uno Norte 065 esquina 3 Oriente. Loteo Industrial Puerta de América.

PUNTO:	G	UTM E:	363.343	UTM N:	7.965.436	Distancia:	95m
---------------	---	---------------	---------	---------------	-----------	-------------------	-----



DESCRIPCIÓN

Industria de transporte ubicada en dirección oriente
Loteo Industrial Puerta de América.

Línea Base de ruido

En las tablas siguientes se resumen los Niveles Equivalentes de ruido (NPSeq), los Niveles instantáneos mínimos (NPSmín) y máximos (NPSmáx), además de las principales fuentes de ruido identificadas durante el período de medición, ordenadas de mayor a menor importancia.

Tabla 2-20 Niveles basales de ruido diurno en dBA.

Punto	NPSeq	NPSmín	NPSmáx	Fuentes de ruido
A	45	42	51	Viento/follaje, perro y vehículos lejano, transeúntes y acequia.
B	44	30	53	Viento.
C	46	32	56	Viento.
D	40	33	44	Viento, actividad subcomisaría.
E	46	43	51	Viento, actividad en industrias y tránsito de vehículos por autopista.
F	47	44	52	Viento, actividad en industrias y tránsito de vehículos por autopista.
G	50	45	56	Viento, frenos de aire, paso de avión y tránsito de vehículos por autopista.

Tabla 2-21 Niveles basales de ruido nocturno en dBA.

Punto	NPSeq	NPSmín	NPSmáx	Fuentes de ruido
A	33	31	34	Viento/follaje, perro y camiones lejanos.
B	35	21	51	Viento.
C	29	24	37	Viento.
D	32	27	39	Viento.
E	45	37	48	Frenos de aire, camiones en ralentí y tránsito de vehículos por autopista.
F	45	35	52	Viento, perros lejanos y frenos de aire.
G	47	38	55	Viento y frenos de aire.

Figura 2-17 Niveles Basales Diurnos.

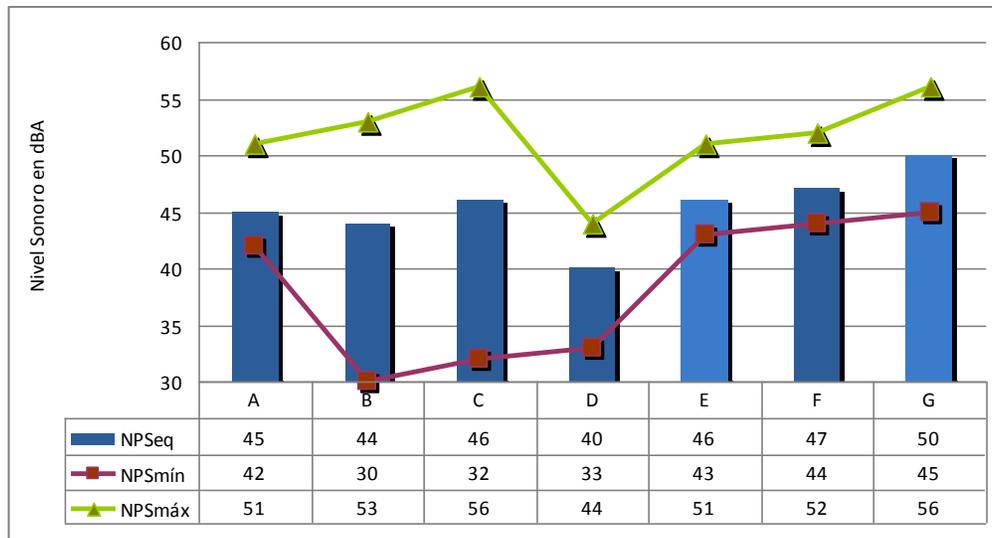
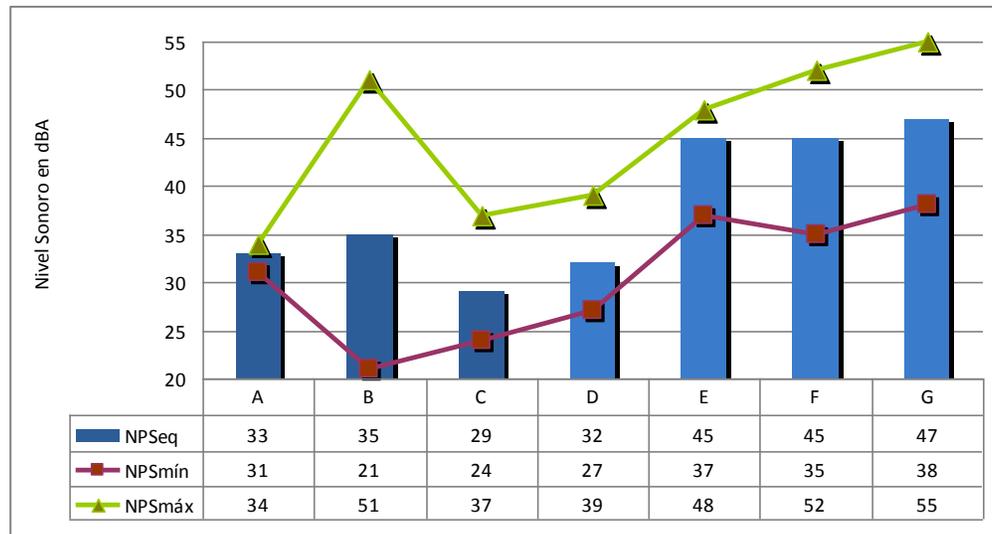


Figura 2-18 Niveles Basales Nocturnos.



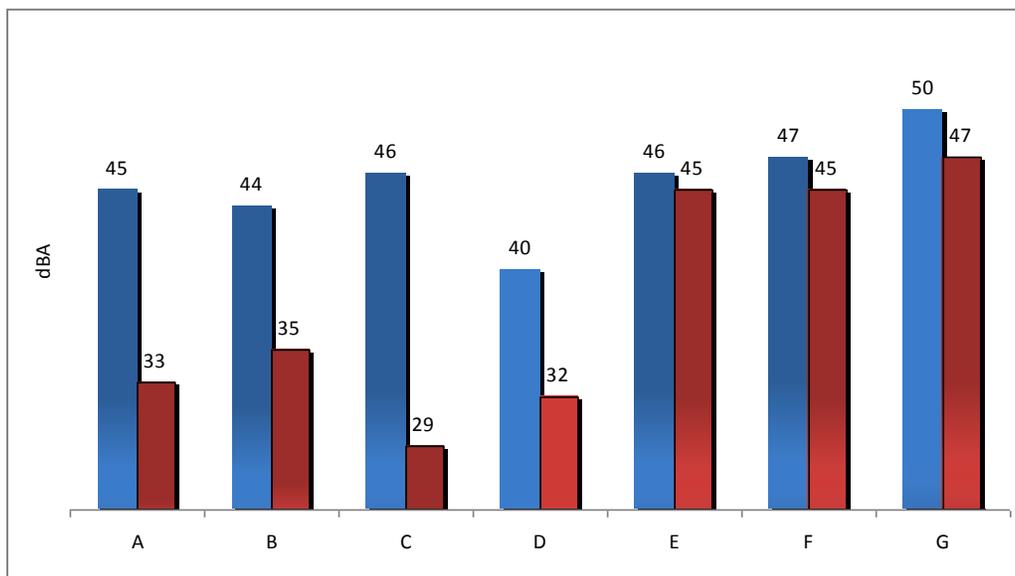
En términos globales, es posible advertir que los niveles equivalentes de ruido diurnos oscilan entre 40 y 50 dBA, con niveles instantáneos mínimos entre 30 y 45 dBA; y máximos entre 44 y 56 dBA. Los niveles equivalentes nocturnos varían entre 29 y 47 dBA, con niveles instantáneos mínimos entre 21 y 38 dBA; y máximos entre 34 y 55 dBA.

Las fuentes de ruido predominantes corresponden principalmente al viento imperante en todo el sector, paso de vehículos y camiones (esporádicos), actividad en sector industrial, personas, además de perros.

Al comparar los niveles equivalentes de ambos períodos de medición, diurno y nocturno, es posible advertir que existen diferencias que fluctúan entre 1 y 17 dBA, siendo los niveles nocturnos en promedio 7 dBA menores a los diurnos.

Cabe señalar que el punto de medición tiene por objeto caracterizar acústicamente el entorno o área circundante y no un punto en particular, es decir, es representativo de un sector acústicamente homogéneo. Las mediciones de ruido basal se realizan según metodología establecida en el D.S.146/97 del MINSEGPRES, el cual establece el tiempo de medición y los requerimientos instrumentales necesarios.

Figura 2-19 Comparación niveles equivalentes diurnos y nocturnos.



El proyecto y los puntos “A”, “B”, “C” y “D” se encuentran fuera del límite urbano de la comuna de Putre, lo que equivale a Zona Rural del D.S.146/97 del MINSEGPRES. Por lo tanto, la evaluación se efectúa considerando que los puntos receptores se sitúan en una zona rural, donde el límite máximo permitido corresponde a 10 dBA por sobre el nivel basal.

2.4.3.6 Conclusiones

El proyecto del yacimiento se ubica en un sector desértico topográficamente irregular, con presencia habitacional aislada a más de 4Km del área del proyecto. Se identifican dos puntos con presencia habitacional (Puntos A y D), ubicados en los pueblos de Alcerreca al Norte del proyecto y Putre al Sur del proyecto, ambos fuera del área de influencia del proyecto. El sitio de acopio se ubica en un sector industrial de baja densidad.

Se efectuaron mediciones de ruido basal obteniéndose niveles equivalentes diurnos entre 40 y 50 dBA; y nocturnos entre 29 y 47 dBA. Las fuentes de ruido predominantes corresponden principalmente al viento imperante en todo el sector, paso de vehículos y camiones (esporádicos), actividad en sector industrial personas y perros.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

El sector del yacimiento y los puntos “A” hasta “D” se ubican fuera del límite urbano de la comuna de Putre, lo que equivale a Zona Rural del D.S.146/97 del MINSEGPRES, donde el límite máximo permitido corresponde a 10 dBA por sobre el nivel basal. El sitio de acopio y los puntos receptores “E”, “F”, “G” se ubican en la Zona ZI2 “Zona Industrial 2” que permite actividades productivas inofensivas y molestas, homologándose a Zona IV del D.S.146/97 del MINSEGPRES, que establece un límite diurno y nocturno de 70 dBA

2.4.4 Geología y Geomorfología

2.4.4.1 Introduccion

El registro geológico de la región que alberga el proyecto, devela episodios de solevantamientos, erosión, volcanismo y sedimentación. El área de estudio se localiza al Oeste de la cordillera de los Andes, en un segmento entre los 3500-4500 m.s.n.m., considerándose tal segmento como el Altiplano. El Altiplano es una unidad morfoestructural, localizada entre los 15°y 27°de latitud S, y consiste en un plateau cuya superficie plana, sobre la cual descansan los volcanes de la Cordillera Occidental, es el resultado de un emparejamiento de la topografía que existía antes de los 23 Ma (Oligoceno superior - Mioceno inferior), por erosión y relleno sedimentario y volcánico (Charrier y Muñoz, 1997).

La geología del área de estudio ha estado determinada en el último tiempo, principalmente por la presencia predominante de unidades asociadas al Complejo Volcánico Taapaca, cuyos productos tienen su génesis en los sucesos volcánicos acaecidos desde el Plioceno hasta el Holoceno, presentados como estadios evolutivos de tal complejo. Los eventos eruptivos comprendieron procesos de colapso sucesivo del edificio volcánico, flujos piroclásticos, lahares, entre otros.

En cuanto a la geomorfología, la gran diferencia entre la superficie de la altiplanicie y el lecho del río se explica por la numerosa sucesión de solevantamientos que ha experimentado el sector (Seyfried *et al.*, 1998). El paisaje es completado por una serie de cerros a los alrededores, y por el prominente macizo denominado Nevados de Putre. Su cima más alta, y por ende la mayor altitud en lo que respecta a las cercanías del área de estudio, corresponde al Cerro Taapacá (5.861m).

2.4.4.2 Objetivos

Determinación de la geología y geomorfología referida al area de estudio determinada por el presente informe.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

2.4.4.3 Metodología

Geología:

- Determinación de la geología local
- Determinación de unidades presentes en el área de estudio

Geomorfología:

- Determinación grupos Geológicos presentes en el área de estudio

Procedimientos de campo

En primera instancia se realizó un terreno exploratorio entre el 8 y 10 Abril de 2011, con el fin de observar los elementos geográficos relevantes, en el cual se privilegió la observación de formas de erosión, cauces perennes, lechos de cauces intermitentes y efímeros, pendientes, tipos de suelos, etc., además de aspectos sedimentológicos como sedimentos superficiales y cortes estratigráficos.

Procedimientos de gabinete

Una vez ejecutada la campaña de terreno, se realizó una recopilación bibliográfica de antecedentes teórico-técnicos y de contingencia, afines al tipo de estudio y zona estudiada. Luego se comenzó con una interpretación visual de los procesos superficiales, en base a imágenes satelitales obtenidas del programa Google Earth Plus y cartas topográficas y geológicas a escala 1:50.0000. Esto con el fin de complementar la identificación de geoformas dinámicas o depósitos cuaternarios (cauces efímeros, formas gravitacionales, conos y abanicos aluviales actuales y recientes, tipos de cauces perennes, vertientes, deslizamiento en masa, etc.).

Posteriormente se utilizó el Sistema de Información Geográfico ArcMap de ArcGis 9.3, para el proceso de zonificación en las imágenes respectivas a las áreas de estudio, según la expresión espacial potencial de las amenazas de origen geomorfológico e hidrológico. Esta herramienta ayudó también a la realización de la georreferenciación de imágenes satelitales, mapa geológico, mapa de pendientes medias, y la carta geomorfológica.

2.4.4.4 Area de influencia

La geología del área de estudio ha estado determinada en el último tiempo, principalmente por la presencia predominante de unidades asociadas al Complejo Volcánico Tarapaca, cuyos productos tienen su génesis en los sucesos volcánicos acaecidos desde el Plioceno hasta el Holoceno, presentados como estadios evolutivos de tal complejo. Los eventos eruptivos comprendieron procesos de colapso sucesivo del edificio volcánico, flujos piroclásticos, lahares, entre otros.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

2.4.4.5 Resultados

GEOLOGIA

- **Geología Local**

El Proyecto “Manganeso Los Pumas” se emplaza dentro de un marco geológico en donde priman formaciones de origen terciario y cuaternario, siendo las rocas volcánicas y sus productos las que forman una columna geológica continua desde el oligoceno.

Las rocas del Oligoceno-Mioceno corresponden a secuencias volcano-sedimentarias, flujos basálticos a dacíticos y rocas piroclásticas. Estas se encuentran al Sur, Este y Oeste del proyecto.

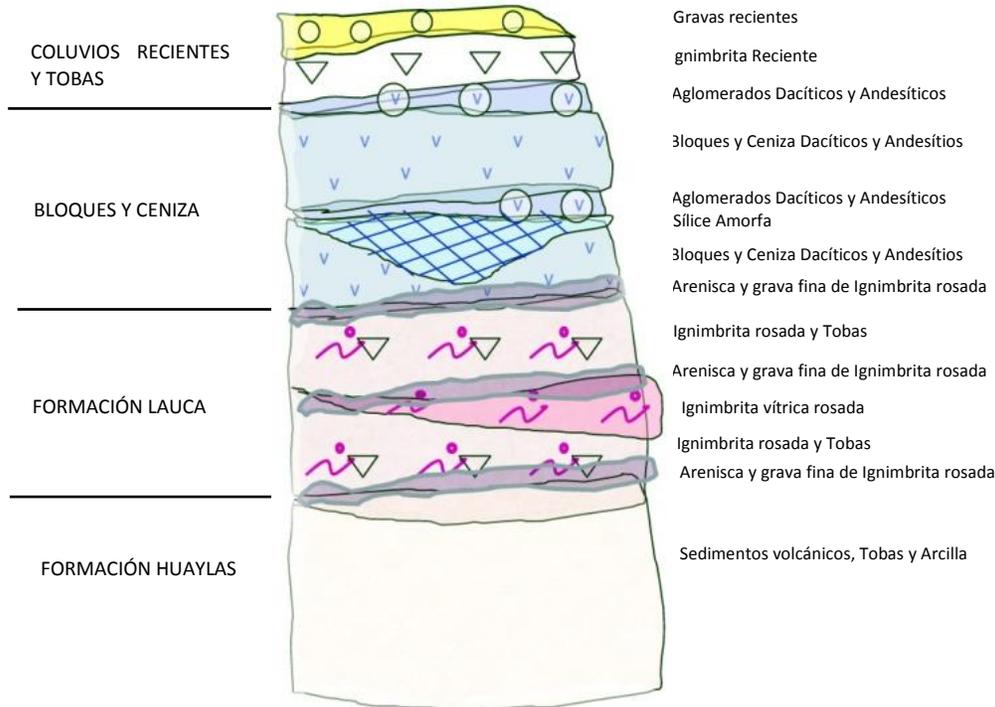
Los complejos volcánicos del Mioceno temprano y medio son representados por flujos de lavas parcialmente erodadas, brechas, domos y rocas piroclásticas de composición adhesiva, basáltica y dacítica, y secuencias sedimentarias de abanicos aluviales, piedemontes y sedimentos de ríos. Las rocas de esta naturaleza se observan solo en el oeste del proyecto.

El Mioceno tardío y Plioceno están caracterizados por la formación de secuencias volcánicas (domos, flujos de lava y depósitos piroclásticos) de composición andesítica y dacítica, entrelazados con depósitos aluviales. También se observan secuencias sedimentarias de origen coluvial, fluvial y de piedmont. Rocas de origen similar han sido encontradas al oeste, en el límite con el Río Lluta.

Los complejos volcánicos Plio-Pleistocénicos muestran una composición variable, desde riolitas a andesitas, y sus productos se presentan como domos, flujos lávicos, y depósitos piroclásticos. Las facies de rocas sedimentarias muestran en la generalidad, estratos de orígenes aluviales, lacustres y eólicos, con conglomerados, areniscas, y rocas limoníticas y arcillosas. Las rocas volcánicas son rocas que poseen un importante contenido de manganeso, y se encuentran dentro del área del Proyecto “Manganeso Los Pumas”, mientras que las rocas sedimentarias están localizadas el noroeste del proyecto, relacionadas con el Río Lluta.

En el periodo entre el Pleistoceno y Holoceno, ya en el cuaternario, se describen nuevamente estratovolcanes y complejos volcánicos de composición basáltica y riolítica. Se considera dentro de este periodo marcadamente volcánico, a los volcanes Taapacá, Parinacota, y Lascar. Las rocas sedimentarias son conformadas por depósitos morrenicos, eskers, glaciolacustres, aluviales, coluviales, y fluviales modernos. Estas rocas forman la cobertura del área en donde se emplaza el Proyecto “Manganeso Los Pumas”.

Figura 2-20. Columna estratigráfica propuesta para el área del proyecto



Fuente: Informe de prospección del proyecto.

Unidades presentes en el área de estudio

Nombre: Formación Lupica (OMI)

Época de génesis: Oligoceno Superior-Mioceno Inferior

Edad: 23-19 Ma

Es una secuencia volcanoclástica que en el área alcanza hasta 400 m de espesor (fuera de ella llega a los 3.000 m de espesor), y aflora en los flancos oeste, norte y sur del Complejo Volcánico Taapacá. Consiste esencialmente en tobas riolíticas con distintos grados de soldamiento, de hasta 100 m de espesor individual, areniscas rojizas de grano fino a medio, bien estratificadas y conglomerados finos de hasta 150 m de espesor, junto a lavas y cuerpos subvolcánicos andesíticos macizos. En numerosos sectores, se encuentra intensamente afectada por alteración hidrotermal (silicificación, argilización y algo de propilitización), así como fuertemente plegada y forma anticlinales y sinclinales buzantes al norte y de rumbo NNW. También se encuentra, en algunos sectores, afectada por fallas inversas asociadas al levantamiento de la precordillera (García, 2001). Numerosas determinaciones radiométricas (K-Ar y Ar/Ar; García, 2001; García et al., 2004), indican un rango entre 23 y 19 Ma para esta formación. Ha sido separada, en la zona, en tres facies de acuerdo a las litologías predominantes: a) principalmente tobas riolíticas; b) lavas y cuerpos subvolcánicos andesíticos; c) rocas sedimentarias.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Nombre: Formación Huaylas (Msh)

Época de génesis: Mioceno

Edad: ¿?

Corresponde a una sucesión sedimentaria y volcánica continental, subhorizontal, que rellenan las depresiones presentes en la Precordillera y la Cordillera de los Andes.

Esta unidad se presenta como una secuencia de niveles compuestos de sedimentos con gravas semiconsolidadas, areniscas y limonitas, moderadamente estratificadas, en capas continuas, tabulares o lenticulares, con potencias de decímetros a metros. La composición de los clastos es muy heterogénea y principalmente volcánicos (riolíticos y andesíticos). Los clastos muestran orientados, y con una inclinación promedio hacia el Oeste, indicando la dirección de entrada del sedimento desde el Este.

En la parte superior de esta formación, persisten principalmente limonitas, arcillolitas, areniscas, cenizas volcánicas riolíticas, finamente intercaladas con capas continuas y lenticulares de espesores que varían desde decímetros hasta centímetros.

Nombre: Volcán Ancoma (Pal)

Época de génesis: Plioceno Inferior

Edad: 5,3 - 0,3 Ma.

Es un edificio volcánico muy erosionado, esencialmente por actividad glacial, que se encuentra ubicado justo al este del CVT. Consiste en remanentes de lavas andesíticas a dacíticas, cubiertas, en parte, por depósitos morrénicos. Las lavas tienen texturas porfíricas (hasta 15%vol. de fenocristales) con cristales de plagioclasa y clinopiroxeno, como fases predominantes en masa fundamental afanítica y, a veces, vesicular.

Nombre: Ignimbrita Lauca (Pil)

Época de génesis: Plioceno Superior

Edad: 2.7 Ma

Esta unidad comprende depósitos de flujos piroclásticos con diversos grados de consolidación y soldamiento y, en algunos sectores, niveles de oleadas piroclásticas. Esta unidad se distribuye ampliamente en el altiplano de Chile y Bolivia (Ignimbrita Pérez). En su distribución, puede llegar a presentar potencias de hasta 40 m. Contiene fragmentos pumíceos de hasta 40 cm de diámetro, con fenocristales de cuarzo, sanidina y biotita; abundantes fragmentos líticos polimícticos, entre los que predominan los de lavas andesíticas, subangulosos de hasta 12 cm de diámetro, inmersos en matriz de ceniza fina blanca a ligeramente rosada en ciertos sectores. El depósito se presenta mal seleccionado y macizo, aunque localmente presenta niveles basales de oleada piroclástica con laminación paralela y cruzada bien desarrolladas, lentes, e incorporación de fragmentos líticos del basamento.

Su origen aún no está bien determinado, pero algunos autores (Wörner *et al.*, 2000) establecen que este puede encontrarse en el sector donde se emplazó posteriormente el Complejo Volcánico

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Condoriri (frontera de Chile y Bolivia al norte del volcán Parinacota). Sin embargo, su distribución areal, las variaciones de facies, así como su variación de espesor y las estructuras ubicadas en las cercanías del volcán Sajama en Bolivia, sugieren que pudo haberse originado en una caldera ubicada en este sector del altiplano, parcialmente rellena por los productos del volcán Sajama, los que incluyen una serie de domos dacíticos y lavas basálticas alineados en una posible estructura anular.

- **Complejo Volcánico Taapaca**

Nombre: Taapaca 1 T₁

Época de génesis: Plioceno Superior?-Pleistoceno Inferior

Edad: 2.7-1.5 Ma

Los afloramientos rocosos y depósitos de este estadio, aparecen solo en la parte media a baja del flanco norte del complejo. Están en gran parte cubiertos por depósitos piroclásticos del estadio Taapaca 2 y cubren, en discordancia angular y de erosión, rocas fuertemente alteradas de la Formación Lupica, pequeños remanentes lávicos del Mioceno Superior, y la planicie formada por la Ignimbrita Lauca. Corresponden a lavas (T₁) de composición andesítico-silíceas (60-61 % SiO₂), de hasta 60 m de espesor y 6 km de extensión. Presentan superficies suavizadas por la erosión, en las que no se han preservado morfologías primarias. Son rocas porfíricas con fenocristales (<15%vol.) deplagioclasa, clino y ortopiroxeno y eventuales cristales de sanidina y anfíbola.

Nombre: Taapaca 2 T₂

Época de génesis: Pleistoceno Inferior a Medio; 1.500-500 ka

Edad: 1.500-500 ka

Los flancos septentrional y oriental, y parte del flanco suroccidental del Complejo, están compuestos de los productos volcánicos asociados a esta unidad, y cubren más de 150 km², comprendiendo lavas, domos y depósitos piroclásticos y laháricos, los cuales se presentan asociados entre sí.

En el área de estudio el depósito predominante corresponde a depósitos piroclásticos (T₂b), los cuales comprenden depósitos de flujos piroclásticos de bloques y ceniza (Figura siguiente), y se distribuyen principalmente hacia el flanco norte del Complejo Volcánico Taapaca, donde forman los abanicos de mayor extensión alrededor del centro eruptivo, y cubren un área de más de 110 km².

Figura 2-21 Depósitos de flujos Piroclásticos



Fuente: colección fotográfica del autor.

Su superficie ha sido suavizada por la erosión (Figura siguiente), principalmente aluvial, y se ha podido reconocer al menos, 16 unidades de flujo independientes. Los depósitos individuales tienen espesores variables entre 20 y 2 m, los que disminuyen desde las facies proximales a las distales. La extensión desde sus probables orígenes también es variable, entre 6 y 12 km, e incluso llegan a alcanzar, los de mayor extensión, al valle del río Lluta y la quebrada de Allane. Los depósitos son brechosos, monomícticos, con fragmentos redondeados a subredondeados de hasta 4 m de diámetro, inmersos en una matriz monomíctica de ceniza fina a media de la misma composición. En ocasiones, presentan estratificación subhorizontal incipiente con desarrollo de gradación inversa.

Figura 2-22 Superficie de depósitos suavizados por erosión



Fuente: Colección fotográfica del autor.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Al llegar a la quebrada de Allane, en la facies distal del abanico piroclástico septentrional, afloran depósitos laháricos (T₁h), y se engranan transicionalmente a partir de los depósitos de flujo piroclástico de bloques y ceniza. Consisten en depósitos de hasta 2 m de espesor, constituidos por el mismo tipo de material que los depósitos piroclásticos, pero con numerosos (hasta 50%vol.) fragmentos accidentales (< 80 cm de diámetro) inmersos en una matriz arenosa, los que se disponen principalmente hacia la base del depósito.

El material juvenil de los productos emitidos en este estadio corresponde a dacitas (62-68% SiO₂) porfíricas con fenocristales (18-20% vol.) de plagioclasa, biotita, cuarzo, anfíbola y megacrístales de sanidina de hasta 3 cm de largo. Habitualmente contienen inclusiones máficas de formas ovaladas (< 15 cm de diámetro) con textura dyxitaxítica, formadas por agregados microcristalinos de plagioclasa, anfíbola y óxidos de Fe-Ti, con algunos xenocristales de cuarzo, biotita y/o sanidina, los que comúnmente presentan bordes de reacción.

Nombre: Taapaca 3 T₃

Época de génesis: Pleistoceno Medio

Edad: 500-450 ka

Los depósitos piroclásticos (T₃b) corresponden a depósitos de flujo piroclástico de bloques y ceniza, los que se distribuyen, esencialmente, hacia el flanco noroccidental del complejo. Son depósitos prácticamente monomícticos, con fragmentos juveniles de hasta 60 cm de diámetro en matriz de ceniza gruesa, la que, en algunos sectores, muestra desarrollo de incipiente laminación paralela. Presentan superficies suaves y espesores individuales de hasta 15-20 m en facies proximales, los que disminuyen a menos de 3 m en facies distales.

El material juvenil de este estadio corresponde a dacitas (63-67% SiO₂) porfíricas con fenocristales (20- 25%vol.) de plagioclasa, biotita, cuarzo, anfíbola y megacrístales de sanidina de hasta 5 cm de largo.

Habitualmente las dacitas contienen inclusiones máficas de formas ovaladas (< 20 cm de diámetro; 2- 3%vol.) con textura dyxitaxítica, formadas por agregados microcristalinos de plagioclasa, anfíbola y óxidos de Fe-Ti, con algunos xenocristales de cuarzo, biotita y/o sanidina, los que comúnmente presentan bordes de reacción.

Depósitos Sedimentarios

Nombre: Depósitos Coluviales (PIHc)

Época de génesis: Pleistoceno Superior-Holoceno

Se disponen en la base de cerros con fuerte pendiente o escarpes, esencialmente constituidos por la Ignimbrita Lauca. Corresponden a depósitos de talud, polimícticos a monomícticos, con bloques angulosos y gruesos, y escasa a nula matriz, los que han sufrido mínimo transporte, básicamente de origen gravitacional.

Nombre: Depósitos Aluviales Y Coluviales Indiferenciados Plhac

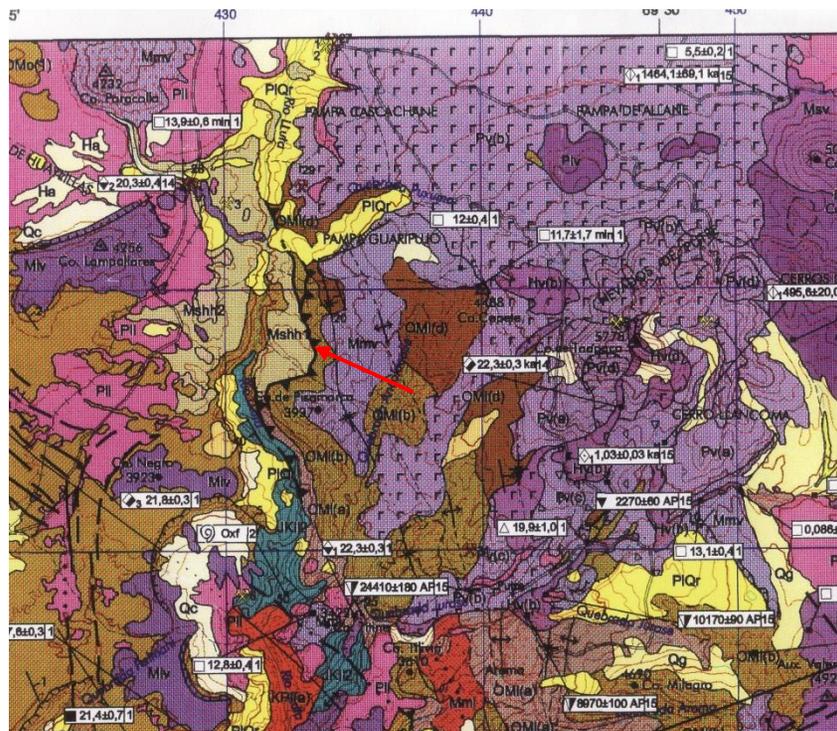
Época de génesis: Pleistoceno Superior-Holoceno

Se disponen en los márgenes de quebradas, en los que depósitos monomícticos a polimícticos coluviales y aluviales se interdigitan.

SISTEMA DE FALLAS

Si bien algunos autores no contemplan la presencia de fallas en el área del proyecto y estiman que la mayoría del sistema de fallas cercanas se concentran al sur de Putre (Pinto et al. 2004; Claire et al. 2005), el trabajo de García et al. 2004 muestra la existencia de un cabalgamiento (falla inversa) denominada Copaquilla-Tignámar (flecha roja, figura siguiente). Según los autores, esta falla se encuentra cubierta y sellada localmente por depósitos asignados al Cuaternario.

Figura 2-23. Cabalgamiento Copaquilla-Tignámar en área de proyecto



Fuente: Colección fotográfica del autor.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

GEOMORFOLOGIA

La geomorfología dentro del área de estudio puede ser agrupada en tres grandes grupos; formas volcánicas, formas de base de vertiente y formas fluviales.

- **Formas Volcánicas**

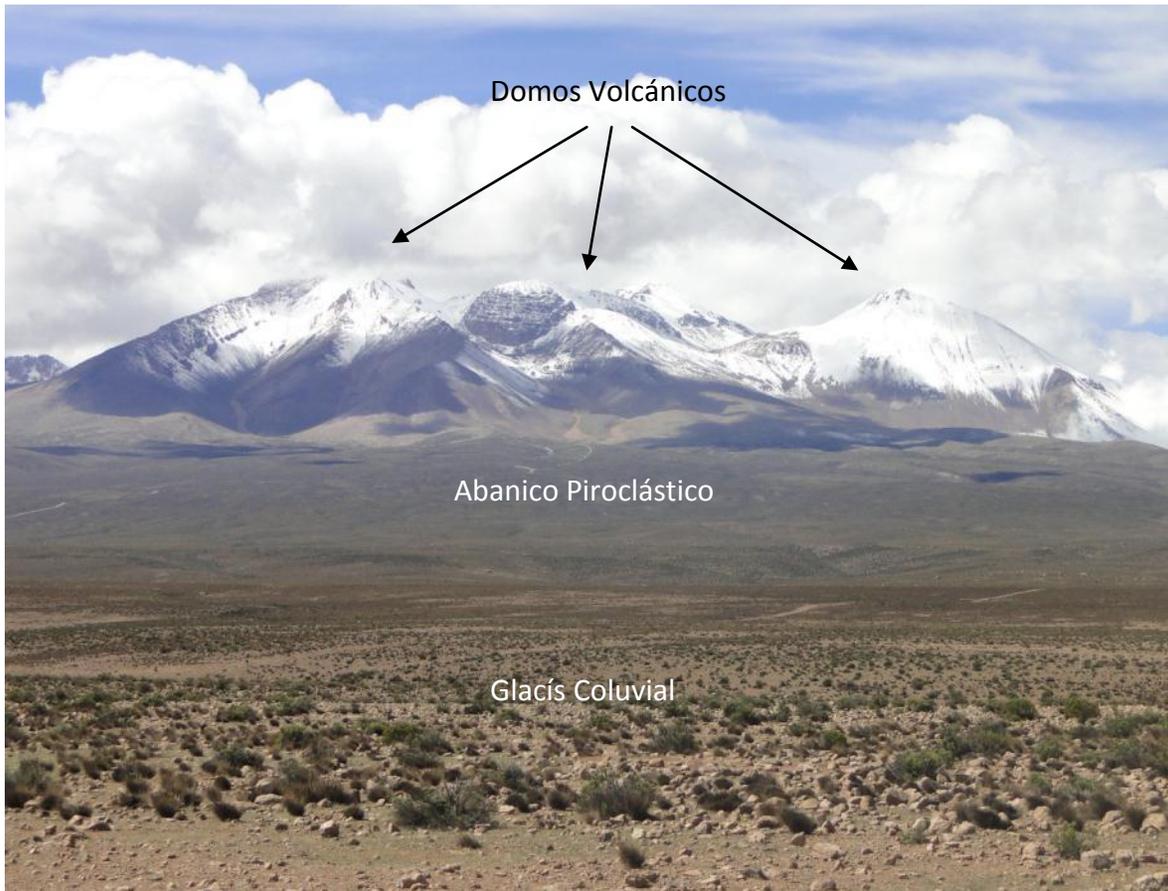
Domos volcánicos

Se localizan en el sur del área de estudio, correspondiendo al macizo Nevados de Putre (Figura siguiente). Se trata de estructuras de fuerte pendiente y de base semi circular. Los más grandes domos corresponden al Cerro Taapacá (5.861m) y al Cerro Ancoma (5.670m).

La vertiente sur de este cordón de domos es la más activa, según estudios recientes (Clavero *et al.*, 2004) se han registrado una serie de avalanchas masivas por colapso volcánico desde el Pleistoceno Medio hasta el Holoceno, estando ubicada la localidad de Putre sobre uno de estos depósitos de avalancha. Menos activa se presenta la vertiente norte del cordón de domos, que presenta pendientes más suaves hacia el norte. Sin embargo la acción de la crioclastia sobre los domos, por ubicarse sus cumbres por encima de la isoterma cero, junto al retrabajo de depósitos piroclásticos que se hallaban su superficie y en la del abanico de piroclastos, han suministrado el suficiente material detrítico para la formación de un extenso glacís coluvial en el área.

El origen de estos domos se debe a sucesivos estadios volcánicos que comenzaron en el Plioceno Superior, ocurriendo el último en el Holoceno entre 9.000 y 2.000 A.P. Este último episodio volcánico corresponde al estadio Taapacá IV y dio lugar a los domos más altos del conjunto.

Figura 2-24. Domos volcánicos del macizo Nevados de Putre. En sus faldeos se observan abanicos de piroclastos. Bajo estos se observa la parte proximal del glacis coluvial.



Fuente: elaboración propia, en base a colección fotográfica del autor.

Abanicos de Piroclastos

En la parte baja de las vertientes de los domos volcánicos nacen una serie de abanicos piroclásticos en distintas direcciones. Hacia el norte se encuentran los abanicos de piroclastos más antiguos (entre 1.500.000 y 500.000 años A.P.), los cuales en su coalescencia forman una especie de piedmont (Figura anterior). La superficie irregular del abanico en forma de montículos, es indicio de la existencia de hummocks que actualmente se observan muy modelados, pero que son típicos en estas formas.

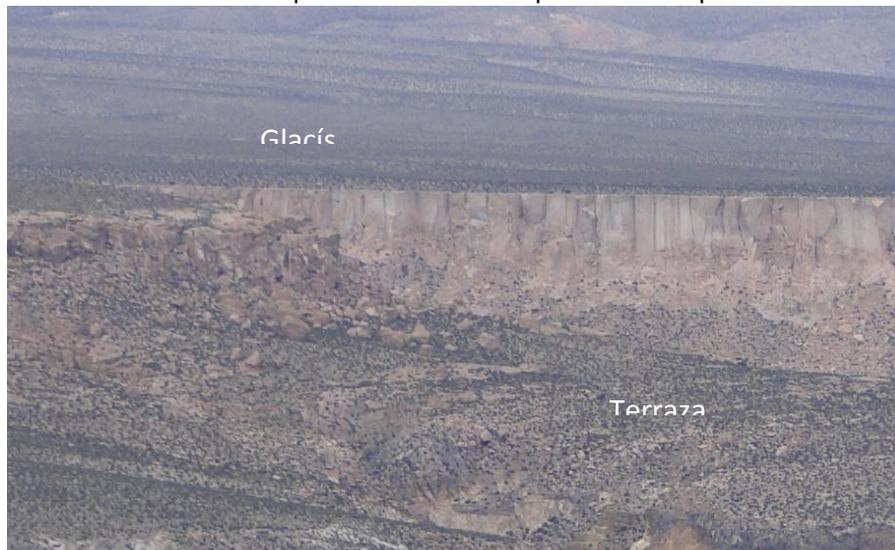
En el pasado estos abanicos se extendían por un área más grande que llegaba hasta el Río Lluta y la Quebrada Allane. La continua erosión a la que ha estado sometido este “piedmont” piroclástico, ha permitido el desarrollo de un extenso glacis coluvial a partir de su parte distal. Prueba de esto es el frente lobulado del escarpe de terraza frente al Lluta, que da testimonio de la extensión anterior del abanico piroclástico como forma preexistente, ahora estratificada.

Terraza volcánica antigua

En el área del proyecto hacia el escarpe de terraza, se observa que el glacis coluvial y el sustrato que le sirve de base (Complejo Volcánico Taapacá) han sido erosionados, dando como resultado el afloramiento de una antigua superficie de terraza, la cual debió haber sido soterrada por flujos laháricos y depósitos de piroclastos de hace más de 500.000 años A.P.

Probablemente esta antigua superficie de terraza fue exhumada debido a un deslizamiento traslacional. Cuando existen sucesivas capas piroclásticas o incluso alternadas con coladas de lava, es común que los estratos volcánicos superiores que son más permeables, el agua infiltre llegando hasta límite con estratos más antiguos y menos permeables. Al acumularse el agua en estos sectores, se puede provocar alteración de los piroclastos que llegan a comportarse como lubricantes favoreciendo el deslizamiento del o los estratos superiores (ARAÑA y LOPEZ, 1974).

Figura 2-25. Vista de la terraza volcánica y del escarpe que la separa de la superficie del glacis. Se observa en la foto bloques caídos del escarpe sobre la superficie de terraza.



Fuente: Elaboración propia, en base a colección fotográfica del autor.

Se observa que la antigua superficie de terraza sigue aumentando su superficie expuesta dado que la cicatriz de deslizamiento dejada por el movimiento en masa ha experimentado caída de bloques en su frente. Estos bloques se pueden ver claramente sobre la terraza (Figura anterior).

- **Formas de base de vertiente**

Glacis coluviales

Estas formas abarcan la mayor extensión sobre el área de estudio, desarrollándose sobre la planicie. Sin embargo, no la cubren por completo debido a que procesos erosivos en los escarpes

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

de terraza han erosionado el glacis en ciertos sectores, dejando al descubierto antiguas superficies de terraza.

El más grande glacis del sector se desarrolla desde la ladera de solana del macizo Nevados de Putre (Figura siguiente), extendiéndose hacia el norte de forma centrífuga hasta las proximidades de los escarpes de la Quebrada Allane y el Río Lluta. Por el oeste el glacis llega hasta el área de emplazamiento del proyecto, cubriendo buena parte de este. El glacis se encuentra incidido por gran cantidad de talwegs consecuentes.

Al oeste del Río Lluta se desarrollan una serie de glacis coluviales que nacen producto de la lixiviación de la vertiente oriente del cordón formado por los cerros Molañane (4.221 m.), Paracoya (4.232 m.), Negro (3.577 m.) y Lampallares (4.256 m.), ubicándose el pueblo de Alcérreca sobre un glacis. Estos glacis se encuentran mucho menos disectados que el glacis antes descrito (Figura siguiente).

Al norte de la Quebrada Allane también se encuentra un glacis que tiene su origen en el Cerro Churicagua (5.043 m.), el cual se ve profundamente disectado por dos quebradas al norte de la Quebrada de Allane que son afluentes de esta.

En general los glacis se presentan vegetados, con un escaso desarrollo de suelos, encontrándose también levemente incididos por una serie de talwegs, lo que parece ser indicativo de un actual balance de disección positivo.

La presencia de glacis al pie de los aparatos volcánicos en este sector de Chile ya había sido documentada por Borgel (1983). Su presencia no es rara dado que la Cordillera de los Andes en la Región de Arica y Parinacota presenta condiciones óptimas para su desarrollo. Según Tricart y Cailleux (1969), para la formación de glacis se necesitan lluvias intensas y brutales, una vegetación abierta y clara, y la acción esporádica o estacional del hielo que por acción del crioclastismo ponga a disposición detritos en las vertientes. Todas estas condiciones son inherentes al dominio morfoclimático del área de estudio.

Figura 2-26. Vista del glacís coluvial desde su parte distal hacia su nacimiento en el macizo Nevados de Putre

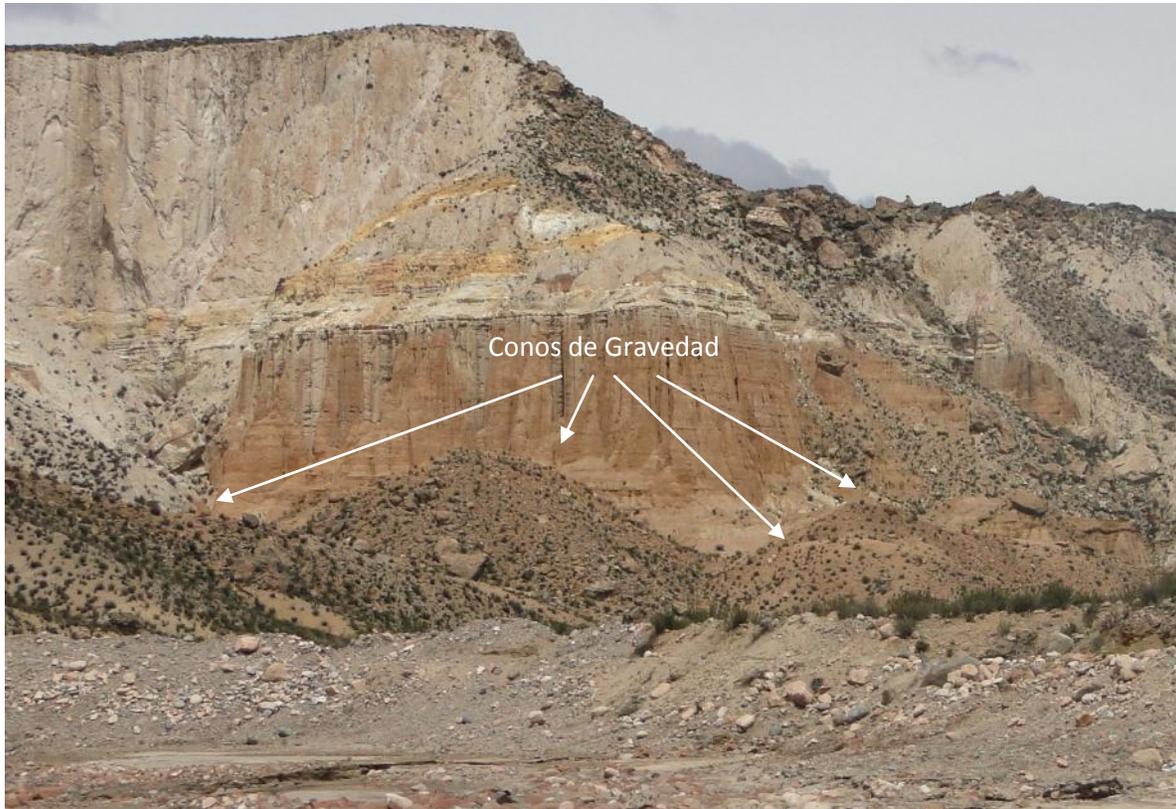


Fuente: Colección fotográfica del autor.

Conos de gravedad

Se los encuentra a los pies de los escarpes de terraza del Río Lluta y en el último tercio del trayecto de la Quebrada Allane. Están constituidos principalmente por depósitos de diamictón masivo, compuesto por clastos angulosos de origen gravitacional. La gran diferencia de altitud entre la superficie del glacís y el fondo de valle que alcanza en el Río Lluta (100 metros aproximadamente) avala en parte la gran abundancia y tamaño de estas formas en el terreno (Figura siguiente).

Figura 2-27 Conos de gravedad en la caja del Río Lluta.



Fuente: Elaboración propia, en base a colección fotográfica del autor.

- **Formas fluviales**

Escarpes de terraza

Entre los glacés y los lechos del Río Lluta y la Quebrada Allane se desarrollan profundos escarpes de terraza que alcanzan una altura promedio en el Lluta de 100 m aprox. En el borde superior del escarpe se observaron cicatrices de deslizamiento. En la base de estas formas se desarrollan numerosos conos de gravedad. Todas estas formas atestiguan sobre los procesos erosivos que sufre actualmente el escarpe (Figura siguiente).

El origen de esta forma se debe a la disección que ha realizado el Lluta como río preexistente en el paisaje frente al continuo solevantamiento que ha experimentado el área desde el Terciario Medio (Seyfried *et al.*, 1998), dando origen al encajonamiento del curso hídrico.

Figura 2-28 Vista al escarpe de terraza del Río Lluta, en la base del escarpe se pueden observar conos de gravedad. Por sobre el escarpe se aprecia el glacís coluvial de Alcérreca.



Fuente: Elaboración propia, en base a colección fotográfica del autor.

En los sectores en que aflora la terraza volcánica antigua también se desarrolla un escarpe de terraza, aunque de menores dimensiones, entre esta forma y el glacís coluvial. Se observó procesos de caída de bloques en este escarpe.

Lechos y canales

El lecho del Río Lluta se despliega en dirección norte-sur, presentando un patrón anastomosado, con numerosas divagaciones de canales entre bancos principalmente de gravas junto con acumulaciones de arena y gravilla. El Lluta actualmente ha incidido levemente su propio lecho en el sector, formando una pequeña terraza fluvial, por lo que la caja del Río contiene al lecho propiamente tal, con una angosta terraza y un gran número de conos de gravedad.

Figura 2-29 Anastomosis en el Río Lluta en su intersección con la ruta A-23.



Fuente: Colección fotográfica del autor.

El lecho de la Quebrada Allane se caracteriza por presentar un canal único en la mayor parte de su trayectoria, solo presenta un cierto nivel de anastomosis en la última parte de su curso, justo antes de entregar sus aguas al Río Lluta.

Talwegs consecuentes

Se desarrollan en todos los glacés del lugar, pero presentan un gran densidad de drenes en el principal glacé del área sobre la pampa Cascachane. Estas formas disectan los faldeos de glacé en dirección a los escarpes de terraza. Los talwegs consecuentes del glacé principal presentan un patrón de drenaje centrifugado en abanico, escurriendo sobre el glacé coluvial y siguiendo su patrón de derrame. Se les haya en una variadas dimensiones, sin embargo los más profundos no alcanzan los 10 m (Figura siguiente).

Figura 2-30 Lecho de uno de los talveg consecuentes



Fuente: Colección fotográfica del autor.

- **Sistema de Vertientes**

Vertiente de flanco de valle pasivo

Las vertientes caracterizadas por una relativa estabilidad morfodinámica se encontraron principalmente hacia el suroeste. Su relativa estabilidad está relacionada con la antigüedad de la formación geológica sobre las que están labradas estas vertientes, dado que la formación Lupica al ser de edad Oligoceno-Mioceno ha estado sufriendo el modelamiento de sus vertientes por un periodo de tiempo lo suficientemente extenso para ser rebajadas hasta sus condiciones actuales de estabilidad. Estas vertientes se presentan con un aspecto regular y liso, con vegetación abierta y con aparente desarrollo de suelo (Figura siguiente).

Figura 2-31 Vertiente de flanco de valle pasivo Cerro Guaripujo



Fuente: Colección fotográfica del autor

Vertiente de Flanco de Valle Activo

Las vertientes actualmente activas son las más frecuentes en el área de estudio, encontrándose en todo el valle del Río Lluta y en un pequeño sector en la vertiente norte de la quebrada Puxuma. La mayor actividad la presenta la vertiente del oriente del valle del Lluta (Figura siguiente). Esto se debe al gran desnivel y pendiente entre la superficie del glacis y el lecho del Lluta. En esta vertiente, su gran actividad se ve reflejada en la variedad de movimientos en masa que presenta, habiéndose encontrado evidencia de la ocurrencia de flujos de detritos, caída de rocas y deslizamientos traslacionales.

Menos actividad presenta la vertiente poniente del valle del Lluta lo se debe a que sus materiales son más antiguos (Plioceno). Se observó principalmente evidencia de caída de bloque. Una intensidad de actividad semejante presenta parte de la vertiente norte de la quebrada de Puxuma. Aunque presenta los mismos materiales y una pendiente similar que la vertiente oriente del valle del Lluta, la diferencia radica en que el desnivel entre la superficie de glacis y el lecho de la quebrada es mucho menor.

Figura 2-32 Vertiente de flanco de valle activo, ladera oriente del valle del Lluta. Es posible observar en la imagen rocas caídas y flujos de detritos



Fuente: Colección fotográfica del autor

Vertiente de excavación

Estas vertientes que se caracterizan por su contorno circular en forma de cuchara con pendientes escarpadas y muy activas (línea segmentada roja, Figura siguiente). En el área de estudio están dentro del área del proyecto en su sector noroeste, siendo el sistema de vertiente más activo. En sus laderas es posible encontrar evidencia de caída de bloques, flujos de detritos y deslizamiento traslacionales y rotacionales. Esta especie de anfiteatro se produjo debido un deslizamiento rotacional de grandes magnitudes que abarcó un área de 488.826 m², labrando una microcuenca de gran actividad morfodinámica, depósitos caóticos, conos y taludes de gravedad, entre otras formas de menor escala.

Figura 2-33 Vertiente de excavación



Fuente: Elaboración propia en base a Imagen Google Earth

2.4.4.6 Conclusión

A partir de los resultados objetivos dentro de este capítulo, se presenta continuación el nivel de riesgo para cada uno de los factores evaluados.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

2.4.5 Riesgos Naturales

2.4.5.1 Introducción

Los riesgos naturales pueden ser definidos como el producto de la probabilidad de ocurrencia de una amenaza o peligro natural o antrópico, por la vulnerabilidad y la exposición (Ayala-Carcedo, 1993). La existencia de ciertas zonas susceptibles a ser afectas por eventos naturales, deben ser catastradas y espacializadas, con el fin de evitar posibles catástrofes que afecten a la infraestructura y la integridad de las personas. La experiencia de nuestro país frente al tema de los desastres de origen natural o provocados por el hombre, tanto en su impacto inmediato como en sus repercusiones, es amplia y variada. Desastres como por ejemplo: terremotos, sequías, inundaciones, erupciones volcánicas, incendios urbanos y forestales, accidentes químicos, deslizamientos, aludes, etc., son recurrentes en Chile (Onemi, 2002).

Con el objeto de dar cuenta de los procesos que consistan en un riesgo para las instalaciones y la seguridad de los trabajadores del proyecto “Manganeso Los Pumas”, se genera un estudio de sucesos representativos de amenaza y estados de vulnerabilidad, basados en un análisis local, el cual se refiere preferentemente eventos de Riesgo Sísmico, Riesgo Volcánico, Riesgo de Inundación y Riesgo de Remoción en Masa, en sus distintos niveles. Los fenómenos catastrados en este estudio, son las principales amenazas registradas en el área estudiada, y que pueden generar distintos eventos dañinos para la infraestructura que se desea instalar en el sector.

2.4.5.2 Objetivos

- **Objetivos Generales**

Establecer los distintos niveles y tipologías de riesgos asociados a fenómenos naturales, que pudiesen afectar a la zona de influencia del proyecto.

Identificar y evaluar las zonas susceptibles a fenómenos naturales, cuya dinámica puede ocasionar daños a las personas o la infraestructura en el área de influencia del proyecto.

Rerepresentar cartográficamente los distintos niveles de riesgo obtenidos, y establecer una zonificación según su expresión espacial potencial.

- **Objetivos Específicos**

Los riesgos considerados en este estudio corresponden a Riesgo Sísmico, Riesgo Volcánico, Riesgo de Inundación, y Riesgo de Remoción en Masa.

Los objetivos específicos del estudio se presentan a continuación, separados por tipo de riesgo:

Riesgo Sísmico

- Determinar el grado de recurrencia de eventos sísmicos, en el segmento de subducción asociado al área de emplazamiento del proyecto.
- Determinar las condiciones tectónicas que presenta el segmento de subducción asociado al área de emplazamiento del proyecto.

Riesgo Volcánico

- Establecer la historia eruptiva reciente del complejo volcánico (Taapacá) asociado al área de emplazamiento del proyecto.
- Determinar la condición o estado actual que presenta el complejo volcánico asociado al área de emplazamiento del proyecto.
- Determinar los efectos de probables eventos eruptivos asociados al área de influencia del proyecto, por medio del estudio de las formas y depósitos derivados de eventos eruptivos anteriores.

Riesgo de Inundación

- Establecer las características climáticas, que determinan el comportamiento de las precipitaciones en el área de influencia del proyecto.
- Determinar las condiciones actuales de los cauces, y el comportamiento hidrológico histórico de estos en el tiempo.

Riesgo de remoción en masa

- Identificar los distintos fenómenos de remoción en masa que acontecen en el área de influencia del proyecto.
- Definir las distintas condiciones geomorfológicas y ambientes geológicos en que se producen los distintos fenómenos de remoción en masa considerados para el área de influencia del proyecto.

2.4.5.3 Metodología

Consideraciones técnicas

Para la generación de una carta de riesgo se debe definir primero que nada cual es el significado de Riesgo y los factores que lo condicionan, vistos desde el sujeto, objeto o sistema expuesto. Así, se entiende como riesgo a la probabilidad de exceder un valor específico de daños sociales, ambientales y económicos en un lugar dado y durante un tiempo de exposición determinado ante una amenaza, ya sea de origen natural o antrópica.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

El Riesgo se conforma por la relación entre factores de Amenaza y factores de Vulnerabilidad, los que son interdependientes. Los Escenarios de Riesgo se configuran de acuerdo a la magnitud que estos factores alcancen en un área determinada, todo lo cual requiere un estudio acabado para acceder a una adecuada estimación de los Riesgos a considerar en la planificación con vistas a minimizar la vulnerabilidad.

$$\text{Riesgo} = \text{Amenaza} \times \text{Vulnerabilidad}$$

El factor **Amenaza** se define como un fenómeno natural o antrópico con potencial destructivo. Las amenazas pueden ser clasificadas en tres tipos, relacionadas con su origen; Las Amenazas Naturales, en donde no existe intervención humana como sismicidad, volcanismo, ciclones; Las Amenazas Inducidas, que son agravadas por la acción humana como la degradación de tierras, subsidencias, efecto invernadero; Las Amenazas Antrópicas que son originadas por los humanos como lo es la contaminación, guerra, accidentes tecnológicos, derrames tóxicos, etc.

En cuanto a la **Vulnerabilidad**, esta se define como la probabilidad de que debido a la intensidad del evento y fragilidad de elementos expuestos, ocurran daños. Está asociada al medioambiente humano y está determinada por el cociente entre el grado de exposición al fenómeno y la resistencia a este.

$$\text{Vulnerabilidad} = \text{Grado de Exposición (E)} / \text{Resistencia (S)}$$

Una vez definidos estos elementos, se puede comenzar la recopilación de información y antecedentes del área de estudio (área de influencia del proyecto), intentando llevar y dirigir este proceso dentro del marco establecido con anterioridad.

Procedimientos de campo

En primera instancia se realizó un terreno exploratorio entre el 8 y 10 Abril de 2011, con el fin de observar los elementos geográficos relevantes, en el cual se privilegió la observación de formas de erosión, cauces perennes, lechos de cauces intermitentes y efímeros, pendientes, tipos de suelos, etc., además de aspectos sedimentológicos como sedimentos superficiales y cortes estratigráficos, generando así un bosquejo en donde se establecieron los primeros esbozos de las tipologías de amenazas y las eventuales áreas de riesgo.

Procedimientos de gabinete

Una vez ejecutada la campaña de terreno, se realizó una recopilación bibliográfica de antecedentes teórico-técnicos y de contingencia, afines al tipo de estudio y zona estudiada. Luego se comenzó con una interpretación visual de los procesos superficiales, en base a imágenes satelitales obtenidas del programa Google Earth Plus y cartas topográficas y geológicas a escala 1:50.0000. Esto con el fin de complementar la identificación de geoformas dinámicas o depósitos cuaternarios, que impliquen una amenaza (cauces efímeros, formas gravitacionales, conos y abanicos aluviales actuales y recientes, tipos de cauces perennes, vertientes, deslizamiento en masa, etc.).

Posteriormente se utilizó el Sistema de Información Geográfico ArcMap de ArcGis 9.3, para el proceso de zonificación en las imágenes respectivas a las áreas de estudio, según la expresión espacial potencial de las amenazas de origen geomorfológico y geológico. Esta herramienta ayudó también a la realización de la georreferenciación de imágenes satelitales, mapa de pendientes

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

medias, las cartas geomorfológicas y geológicas, y la carta de riesgos. Generación de la carta de riesgos

Para la elaboración de la carta de riesgo final, en cuanto a la identificación de los distintos niveles, se integró la información obtenida en los procedimientos anteriores, basando tal determinación en las amenazas tipificadas y espacializadas, y la identificación de las zonas susceptibles a ser afectadas por estas. Se distinguen entonces, áreas estables, áreas potencialmente inestables y áreas de riesgo declarado o cierto. De esta manera se pudo definir las condiciones para la distinción de los niveles de riesgo alto, medio y bajo.

2.4.5.4 Determinación del Área de Influencia

El área de influencia del proyecto se entenderá como la extensión territorial que puede ser objeto de la manifestación espacial de todas las amenazas que afecten directamente el área de emplazamiento del proyecto. Esto permite agrupar todos los elementos geomorfológicos y geológicos que se circunscriben al área de estudio, y que pueden limitar el desarrollo de las actividades humanas.

2.4.5.5 Resultados

Riesgo Sísmico

Introducción

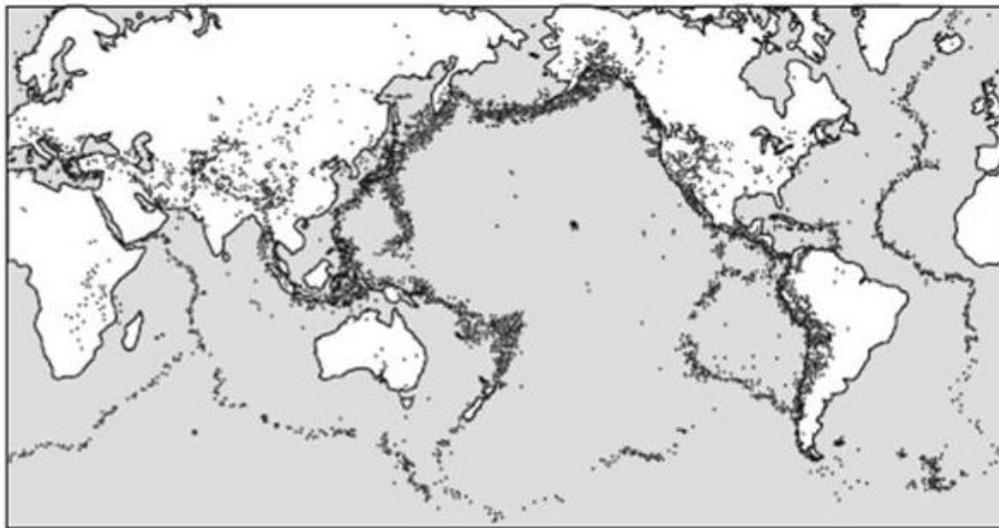
La cordillera de los Andes, es el clásico ejemplo de una cadena montañosa formada durante la subducción de un bloque oceánico bajo una placa continental. Concordante con el cinturón de Fuego Circumpacífico, la gran actividad sísmica de la fosa oceánica chileno-peruana corresponde a la zona de subducción de la placa de Nazca, la cual desencadena procesos de gran energía, los que a su vez son responsables de provocar una serie de sismos, tanto de foco superficial, como medios y profundos, que sin duda afectan directamente a la región. El área comprendida entre las latitudes 18° y 45° S, es conocida históricamente como una región donde, a intervalos más o menos regulares, ocurren grandes terremotos ($M > 8,0$). Durante los últimos 140 años, ha ocurrido a lo menos un gran evento sísmico a lo largo de cada uno de los segmentos de esta zona de subducción. Muchos de ellos ocurrieron en o cerca de la zona costera, generando tsunamis destructivos en las zonas frente a la respectiva zona de ruptura.

El área influencia del proyecto, se circunscribe dentro del segmento norte de subducción del país, el cual ha presentado una laguna sísmica superior a 100 años, lo que podría determinar un eventual riesgo de ocurrencia de terremoto, considerando la historia sísmica de la zona a investigar.

Descripción de la Amenaza y la Vulnerabilidad

Para evaluar la amenaza sísmica de un lugar hay que conocer previamente la sismicidad o historia sísmica de la misma. Dentro de los elementos a considerar en este estudio, en base a la información disponible, se contempla la consideración de la ubicación del área de estudio (grado de exposición) y el nivel de recurrencia de los terremotos en el pasado, por medio de un análisis histórico de eventos sísmicos, para determinar la probabilidad de ocurrencia de estos fenómenos. En lo que respecta a la ubicación, se conoce que esta zona de Sudamérica representa de manera clara y dramática, los productos del sistema de convergencias activa entre placas oceánicas y continentales, como son el caso de los terremotos, el volcanismo, y la grandes alturas que presenta la cordillera de los Andes (Norambuena *et al.*, 1998). Se sabe además que sección occidental de Sudamérica es la única zona de subducción en donde una losa oceánica entera desciende debajo de una continental (Kulinov *et al.*, 2005). La interacción entre estas dos grandes placas es la principal razón de la alta actividad sísmica en esta región, siendo una de las más altas en el mundo (Figura siguiente). Con excepción de Japón, el borde pacífico sudamericano es el que presenta mayor actividad sísmica en el mundo (Lomnitz, 1970). Terremotos importantes, es decir, con magnitudes mayores a 8.0, ocurren cada 5 a 10 años en esta región.

Figura 2-34 Distribución de los Terremotos en el mundo



Fuente: Huggett, 2007

En relación con la potencialidad ocurrencia de eventos sísmicos en el área de estudio, se considera que el norte de Chile, específicamente entre los 18° y 23°, existe la más importante laguna sísmica que persiste en el país (zona enmarcada en línea intermitente, Figura siguiente). Específicamente, no ha ocurrido un evento sísmico de importancia desde 1877, (el cual fue muy destructivo y generó incluso un tsunami) exponiéndose como referencia los terremotos de Antofagasta en 1995 (8.1 Mw) y el sur de Perú en el (8.4 Mw), cuya ubicación geográfica de ambas localidades, representa los extremos de este intervalo sin actividad (18-23°) (Chelieh *et al.*, 2002).

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Otro de los aspectos a considerar en esta región en particular, es que la tasa de subducción de las placas Sudamericana y Nazca es de 64 a 79 mm/año⁻¹ (DeMets *et al.* 1994), siendo el segmento que muestra esta laguna sísmica, de unos 450 km de largo. Algunos autores calcularon para esta área, periodos de retorno de Terremotos del orden de 50 a 200 años. De esta manera, dependiendo de la magnitud, se calcula para un terremoto de magnitud de 8.52 Mw, un periodo de retorno de 50 años, y para uno de 8.73 Mw, un periodo de retorno de 200 años (Kulinov *et al.*, 2005). Por último, se debe considerar que existe un espacio de 137 años de ausencia de eventos sísmicos de importancia en la zona, por lo que la probabilidad de un terremoto en el corto plazo es alta.

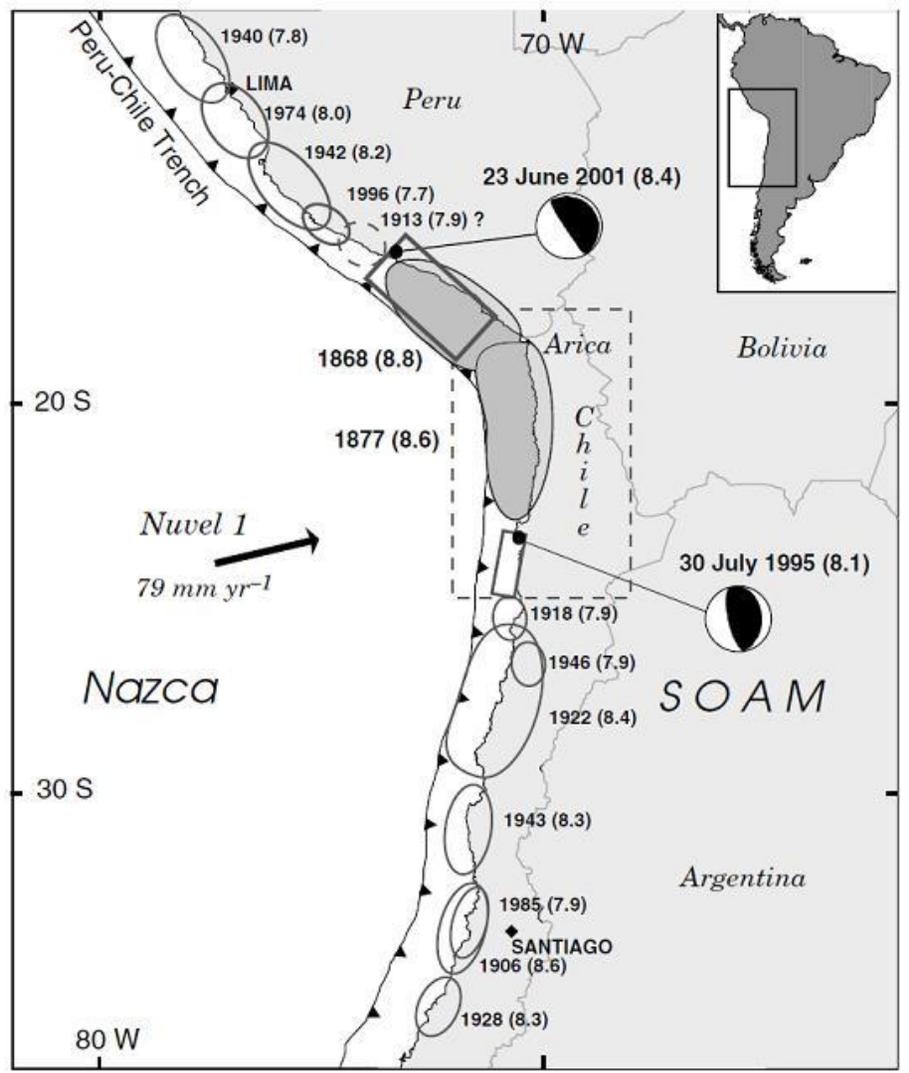
De manera complementaria a la generación de eventos sísmicos producto de la actividad directa de la zona de subducción correspondiente a esta área de estudio, se considera también la posibilidad de generación de sismos y/o enjambres sísmicos, provocados por una potencial entrada en actividad de complejos volcánicos activos cercanos, como es el caso del Complejo Volcánico Taapacá, que se encuentra a escasos kilómetros de área de influencia directa del Proyecto “Manganeso Los Pumas”. Las manifestaciones de este tipo de fenómenos, pueden corresponder a series sucesivas de movimientos telúricos, en un segmento relativamente corto de tiempo, y que son característicos de zonas que presentan actividad volcánica en curso.

También se hace referencia al sistema compresivo Pitre-Tignámar cuya edad de deformación es esencialmente Miocena, y que muestra reactivaciones plioceno-cuaternarias. La actividad sísmica superficial, es hasta 20 Km. de profundidad en la región y es leve pero importante, e indica actividad tectónica reciente y holocena.

Nivel de riesgo identificado

Por lo tanto, debido a los antecedentes antes descritos, se determina un Riesgo Alto de ocurrencia de eventos sísmicos de importancia, que afecten el área de influencia del proyecto, debido principalmente a factores como la existencia de una laguna sísmica en el segmento en donde se emplaza el proyecto, en consideración a la historia sísmica que presenta tal segmento, en el contexto de un área de subsidencia de placas activa.

Figura 2-35 Laguna sísmica en que se encuentra el área de estudio



Fuente: *Chelieh et al., 2004*

Riesgo Volcánico

Introducción

El volcán Taapacá ha sido considerado un complejo volcánico extinto (Salas *et al.* 1966; González 1995). Información geocronológica y geoquímica para este complejo volcánico, demuestran que en el Pleistoceno tardío, existió actividad eruptiva como fue reportado por Lohnert (1999) y Wörner *et al.* (2000). Sus productos volcánicos cubren un área de más de 250 km² y su edificio principal ha sido estimado en 35 km³.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

La actividad volcánica ha sido persistente durante los últimos 1.5 Ma y su historia eruptiva sugiere que el complejo volcánico de Taapacá no está extinto. La inyección de un nuevo conjunto magma de origen máfico ha sido muy importante para gatillar erupciones dacíticas. La actividad del complejo volcánico de Taapacá es caracterizado principalmente por avalancha de detritos, crecimientos de domos en asociación con flujos de bloques y cenizas, y por explosiones volcánicas destructivas.

Descripción de la Amenaza y Vulnerabilidad

- Evolución Del Complejo Volcánico

El complejo volcánico de Taapacá comienza su actividad eruptiva hace unos 1.5 Ma atrás, en lo alto del solevantamiento de la cordillera de los andes. La historia eruptiva del complejo volcánico de Taapacá ha sido dividida en cuatro etapas, y estas muestran su evolución desde un compuesto volcánico de lavas andesíticas (Etapa I), a complejos compuestos por domos y lavas (Etapa II) y complejos de domos y asociaciones de detritos y depósitos piroclásticos en sus dos etapas posteriores. Esta evolución ha sido acompañada por moderados cambios en su composición, y una migración de su principal foco de actividad eruptiva hacia el SSW, de hasta 5 km.

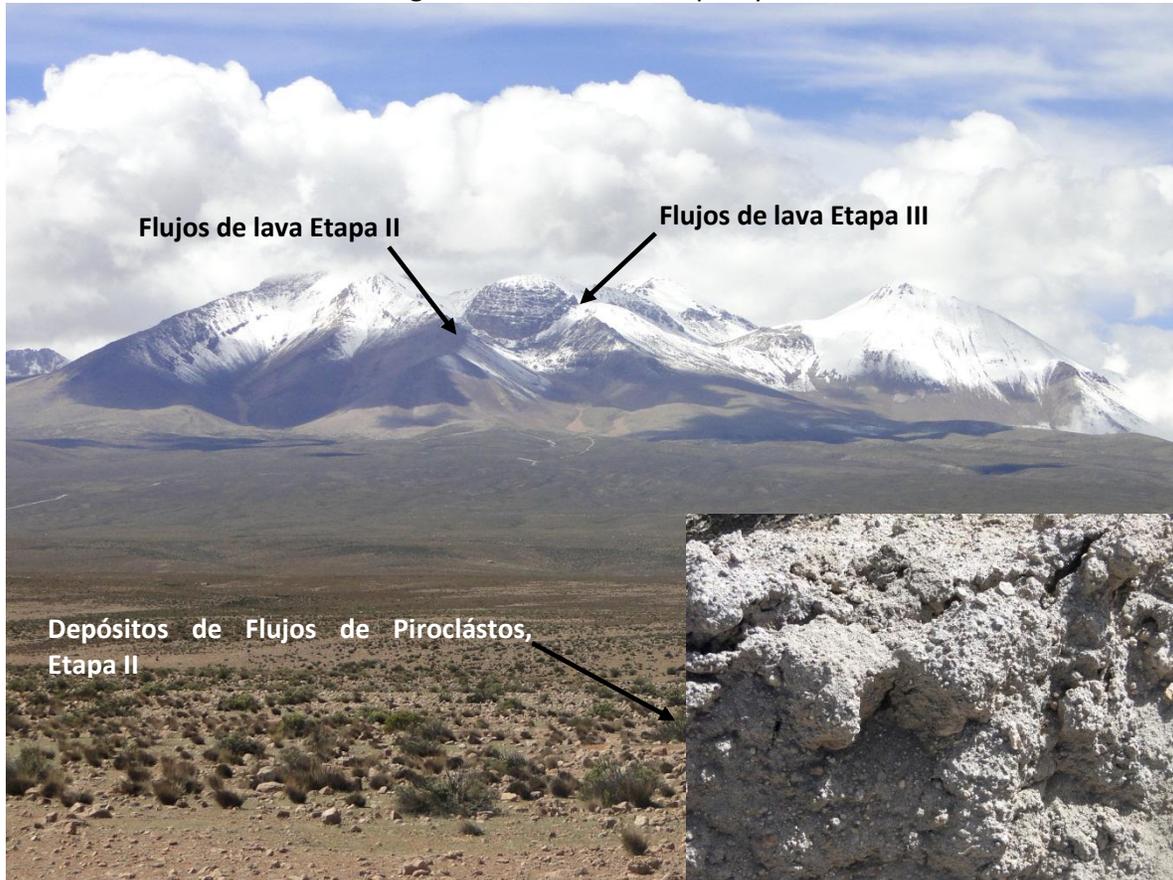
Etapa I (Plioceno-Plesistoceno temprano?): Durante la primera etapa (<1.5 Ma) el complejo volcánico Taapacá comienza a ser construido por efusión de andesita potásica y la formación de un cuerpo estratovolcánico en la parte norte del complejo, el cual fue el principal foco de actividad eruptiva en esta etapa.

Etapa II (Pleistoceno temprano-tardío, 1.5-0.5 Ma): Durante esta etapa, magmas dacíticos de origen potásico, caracterizados por inclusión máfica y megacrystales de sanidina, comienzan a emerger, generando espesos flujos de lava dacíticos, domos y abanicos piroclásticos. La formación de un gran (60-80 km³) y escarpado domo de lava dacítica fue generado en asociación con abanicos piroclásticos. El principal foco eruptivo en esta etapa, se ubica a unos 2 km al SSO del foco eruptivo de la Etapa I.

Etapa III (Plesitoceno tardío, 0.5-0.47 Ma): Esta etapa consiste en la generación de una serie de lavas dacíticas, domos en asociación con depósitos piroclásticos que fueron emanados, formando un domo en la parte sur del estrato-cono antiguo. La actividad eruptiva estuvo concentrada principalmente en la parte oeste del complejo a lo largo de una fractura N-S, mostrando que su principal foco de erupción siguió migrando hacia el sur, entre 1-2 km. desde el estrato-cono antiguo de la Etapa II.

Durante los últimos momentos de la Etapa II, y probablemente durante la Etapa III, importantes procesos de actividad erosiva glacial afecto el edificio o cono antiguo, como es evidenciado por la presencia de depósitos glaciales. El tercero de los edificios originales (Etapa II y III) fue removido, principalmente en su parte sur, dejando expuesto un núcleo de alteración hidrotermal. Uno de los principales sectores de colapso de la parte sur del complejo, que comenzó en la etapa IV, también contribuyo a la disección y transporte de material

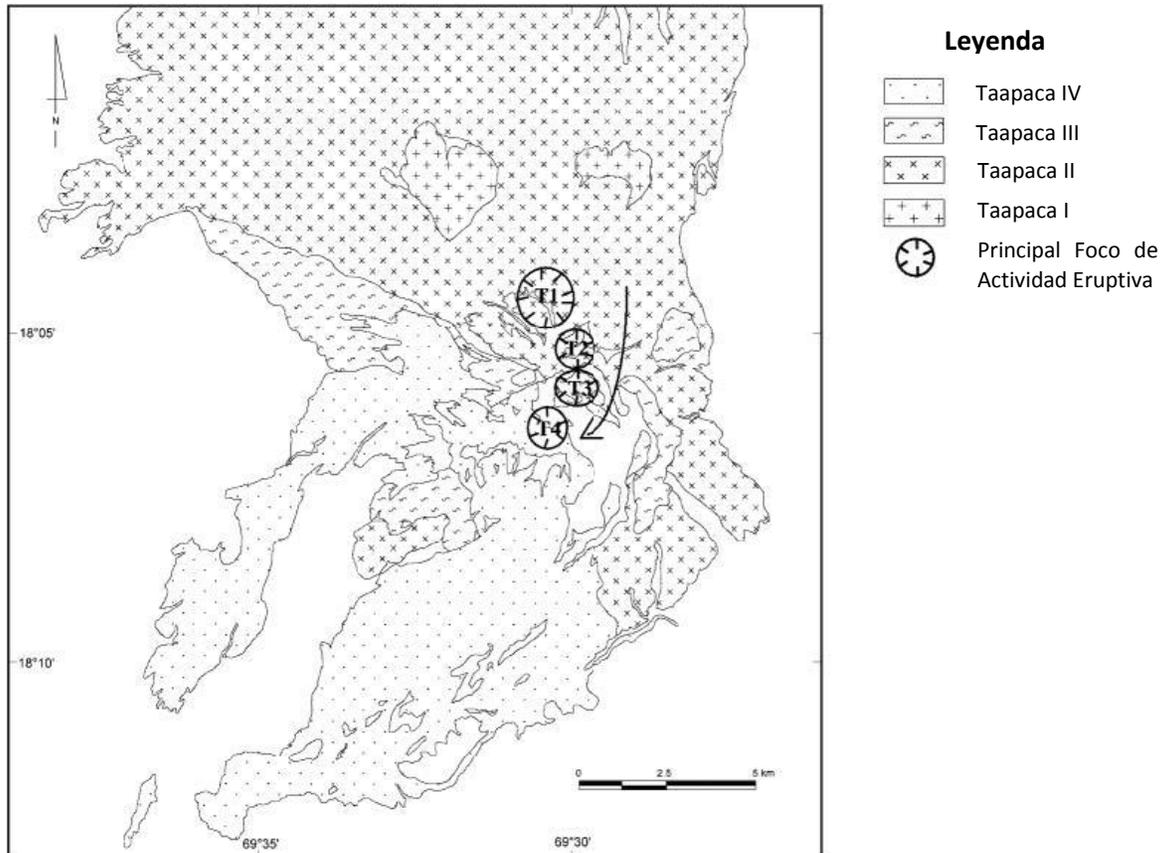
Figura 2-36 Productos Etapa II y III



Fuente: Colección fotográfica del autor

Etapa IV (Pleistoceno tardío-Holoceno, 0.45 Ma-Reciente): El domo se desarrolla en la parte sur del complejo, mostrando que el principal foco de actividad eruptiva continúa migrando hacia el SSW, alrededor de 1.5-2 Km desde el foco de la Etapa III, y a 4-5 km desde la Etapa I. Una serie de voluminosos domos dacíticos fueron formados en asociación con recurrente actividad de flujos piroclásticos y de detritos, cuya dirección de flujo fue principalmente hacia el SW. Importantes terrazas piroclásticas fueron formadas durante estas fases explosivas en los últimos 40.000 años, cambiando la topografía especialmente alrededor de Putre. La composición del magma no varía desde las etapas II y III, aunque el contenido máfico y de megacristales de sanidina aumentó.

Figura 2-37 Migración de los focos eruptivos a través del tiempo



Fuente: Clavero et al., 2004

Actividad durante el periodo entre Pleistoceno Tardío-Holoceno

Cada fase de crecimiento del domo ha generado repetitivos periodos de colapso, y flujos de ceniza y piroclastos, los cuales fueron emplazados en cortos periodos de tiempo. Estos periodos de actividad eruptiva fueron separados por cortos periodos de inactividad, y una posterior erosión.

Los mecanismos que gatillaron el colapso en este periodo no están suficientemente aclarados. Sin embargo, la hipótesis de un debilitamiento del edificio volcánico por alteración hidrotermal puede ser aceptada como la principal causa, como ha sido sugerido para otros centros volcánicos (López y Williams 1993). Se sugiere también que el colapso del edificio volcánico pudo haber sido gatillado por deformación del edificio causado por el ascenso de una inyección magmática al interior de este.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Nivel de riesgo identificado

Como se dijo anteriormente, y tal como lo define Clavero et al. (2004), el complejo volcánico de Taapacá ha sido considerado históricamente como un complejo inactivo. Sin embargo, los españoles llegaron a esta parte de los Andes, hace solo unos 450 años. Los nuevos datos indican que el complejo volcánico de Taapacá es un volcán dormido, con un fuerte potencial para una futura erupción. De acuerdo a la distribución espacial de los domos y depósitos en el período Pleistoceno tardío-Holoceno, es probable que, en el caso de una renovación de la actividad, los productos puedan ser distribuidos sobre el flanco S y SW del complejo. Una inyección de un nuevo pulso magmático podría causar una deformación del edificio, resultando en una inestabilidad, y gatillando un parcial colapso de los flancos superiores y domos, resultando en una avalancha de detritos en dirección hacia el SSW. Esta secuencia de eventos ha sido recurrente en la Etapa IV. En el caso de una extrusión, explosión, y colapso de un domo, un flujo de piroclastos puede ser ocasionado, tal como ocurrió en la última etapa (IV) de este complejo volcánico.

Los lahares pueden presentarse en dos posibles situaciones, el primero, puede ocurrir por el desarrollo de una erupción entre los meses de Abril y Noviembre, cuando existe predominancia de las capas de nieve en la parte superior del complejo. Los flujos de lahar pueden desarrollarse y probablemente ser confinados por los valles principales en los flancos S y SW del complejo, incluso afectando al camino internacional que bordea a Putre. Otros flujos podrían ocasionarse en dirección hacia el flanco oeste, afectando el camino principal que conecta a Putre con los pueblos que se encuentran más al norte en el altiplano.

Una segunda situación, no asociada con nueva actividad volcánica, podría desarrollarse durante épocas lluviosas, desde Diciembre a Marzo. Las lluvias inducen el movimiento de pequeños lahares cada año, como resultado de la removilización de material volcanoclástico suelto, desde los flancos del complejo. A pesar de que raramente afecte áreas pobladas, estos generalmente pueden cortar caminos. Sin embargo, si una erupción ocurriese, la disponibilidad de material suelto podría incrementarse, y entonces el volumen de estos flujos podría aumentar, favoreciendo grandes descargas de material.

Finalmente, considerando el análisis estadístico del complejo volcánico de Taapacá, de las erupciones volcánicas en los últimos 30 ka, es posible decir que la tasa de erupciones es de 1.6 por cada mil años, con una recurrencia de 450 años (95% de intervalo de confianza). La probabilidad de ocurrencia de una erupción en los próximos 100 años puede ser estimado en un 15%, y en los próximos 500 años en unos 56% (De la Cruz, 1996). Considerando la historia eruptiva en el Cuaternario tardío y su composición, otra erupción puede ser esperada en los próximos años (décadas).

Por lo tanto, debido los datos descritos con anterioridad, y en base a lo determinado por Clavero et al. en su estudio el año 2004, se determina un riesgo bajo para el área de emplazamiento del proyecto y el acueducto, de ser afectados por fenómenos asociados a la actividad eruptiva del complejo volcánico Taapacá (ej. lahares, flujos piroclásticos, avalanchas volcánicas, etc.), debido principalmente a que el foco eruptivo ha ido trasladándose hacia el sur, proyectando un alto riesgo hacia la ciudad de Putre.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Riesgo de Inundación

Introducción

El riesgo de inundación se refiere a la posibilidad de daño que puedan sufrir infraestructura, actividades humanas y personas por parte de desbordes, escurrimientos torrenciales o aluviones en un territorio dado. La ocurrencia de estos fenómenos suele ser esporádica y se asocia a la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos de gran intensidad. Estos eventos no son en sí el riesgo, sino el escurrimiento superficial que se produce a raíz de la precipitación caída. Por esta razón es importante considerar diversos factores. En lo que refiere a la precipitación caída, no basta con conocer solo su cantidad, sino el lapso de tiempo en que precipitó el agua. Un tiempo corto de precipitación de una gran cantidad de lluvia podría llevar a una sobrecarga de la red de drenaje de una cuenca, trayendo como consecuencias desbordes e inundaciones. También es necesario sopesar el terreno por donde escurre el agua lluvia, que puede facilitar o por el contrario anular el escurrimiento superficial. Por tanto se debe conocer la pendiente del terreno, la capacidad de infiltración, el grado de humedad y el grado de hidrofobia del sustrato, el grado de cobertura vegetal e incluso es útil tener conocimiento de las precipitaciones previas que han ocurrido durante el mes previo al evento pluviométrico, para estimar el grado de saturación del sustrato. En el caso del área de estudio, su clima se clasifica como estepárico de altura, el cual se caracteriza por sus fuertes oscilaciones térmicas diarias, bajas temperaturas y un aumento de las precipitaciones con la altura. Sin embargo lo que le da su carácter original al clima del área Del proyecto es la presencia del “invierno altiplánico”, fenómeno consistente en una estación de intensas lluvias durante el verano, periodo durante el cual suele caer más del 75% del total de precipitaciones anuales (Garreaud *et al.*, 2003). Factores como la baja cobertura vegetal, y la cantidad de sedimentos disponibles para ser transportados, pueden ser elementos que deban ser considerados para determinar los posibles niveles de riesgo en el área de influencia del proyecto.

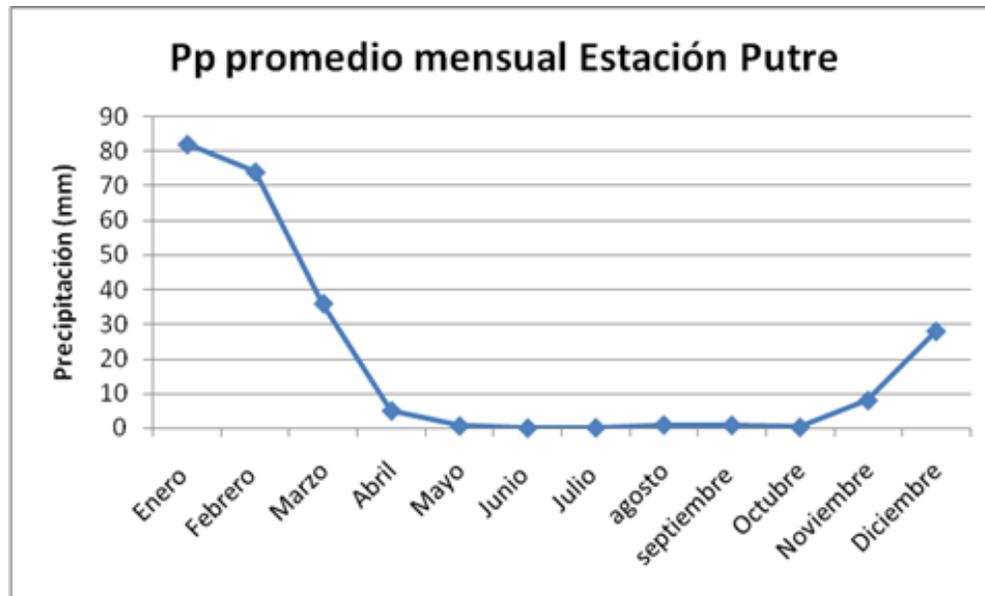
Descripción de la Amenaza y la Vulnerabilidad

Situación Climática

Dentro de los factores a analizar se encuentra El Invierno Altiplánico, que es el fenómeno que provee la mayor cantidad de lluvia en un mes, y consiste en eventos de lluvia estival provocada por el ingreso de frentes húmedos de bajas presiones provenientes del sector amazónico empujadas por el centro activo de altas presiones del Atlántico Sur. La Figura siguiente muestra las precipitaciones mensuales promedio de la estación Putre, donde se observa que las mayores precipitaciones suelen tener lugar entre enero y febrero.

Otro factor a considerar es la ocurrencia esporádica del fenómeno de El Niño, que consiste en importantes aumentos en la precipitación anual, de forma cíclica, cuyos ciclos varían entre tres y ocho años. Su origen se halla en el debilitamiento de los vientos Alisios que discurren desde América hacia Oceanía, produciendo fluctuaciones de la presión atmosférica y un fortalecimiento de la Contra Corriente Ecuatorial la cual durante el fenómeno del Niño acarrea aguas cálidas al litoral pacífico normalmente afecto a las aguas frías de la Corriente de Humboldt. Las aguas cálidas favorecen la evaporación marina contribuyendo a un aumento de las precipitaciones.

Figura 2-38 Precipitación promedio mensual en la Estación Putre.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la DGA.

Esta situación tiene especial relevancia para el área a estudiar dado que la concentración de las precipitaciones durante un corto periodo del año favorece el desarrollo de escurrimiento superficial de mayor poder erosivo, desbordes, inundaciones y aluviones en las cuencas altiplánicas y cordilleranas. Según Sepúlveda *et al.* (2006), existe una alta correlación entre la ocurrencia de aluviones y la ocurrencia del fenómeno de El Niño en el Norte Grande.

Amenaza de desborde

El área del proyecto pertenece hidrográficamente a la cuenca del Río Lluta, la cual comprende una superficie de 3.378 km² repartidas entre las comunas de Arica, General Lagos y Putre. El río es de régimen pluvial y posee una extensión de 147Km y presenta un caudal medio de 2,29 m³/s.

Con el fin de estimar el riesgo de inundación existente frente a un evento hidrometeorológico de importancia, se obtendrán los caudales máximos para periodos de retorno de 5, 10 y 20 años. Para esto se recurrirá a los datos de las estaciones fluviométricas más cercanas al proyecto que corresponden a Lluta en Alcérreca y Colpitas en Alcérreca.

- Estación Colpitas en Alcérreca

La estación se encuentra ubicada a 3 Km del proyecto. Según la carta Putre del Instituto Geográfico Militar, esta estación estaría ubicada en la quebrada Allane. Esta subcuenca drena un área de 219 Km² y corresponde al límite norte de la Pampa Cascachane, que es la planicie en donde se encuentra el proyecto. En la 2-28 se muestran los datos de caudales máximos mensuales para periodos de retorno de 5, 10 y 20 años.

Tabla 2-22 Caudales máximos mensuales (m^3/s) para periodos de retorno (T) de 5, 10 y 20 años para la estación Colpitas en Alcérreca.

T(años)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
20	0,99	2,26	2,31	0,8	0,54	0,58	1,02	0,79	0,45	0,56	0,51	0,61
10	0,88	1,81	1,7	0,71	0,51	0,54	0,86	0,7	0,43	0,5	0,47	0,55
5	0,76	1,38	1,19	0,61	0,47	0,5	0,71	0,61	0,41	0,45	0,42	0,49

Fuente: DGA (2004).

Se puede observar en la tabla que los meses de mayor caudal se refieren a febrero y marzo, correspondiendo con la ocurrencia del invierno altiplánico. El mayor caudal para un periodo de retorno de 20 años corresponde a $2,31 m^3/s$, registrado en marzo. Analizando la capacidad promedio de la caja de la Quebrada Allane entre la estación fluviométrica y su exutorio, que presenta una profundidad promedio de 200 m, se descarta la ocurrencia de desborde del caudal de la quebrada, que afecte el área de influencia del proyecto.

- Estación Lluta en Alcérreca

Es la estación más cercana al proyecto estando a 2 Km de distancia en la caja del Río Lluta. En la Tabla 2-23 se muestran los datos de caudales máximos mensuales para periodos de retorno de 5, 10 y 20 años.

Tabla 2-23 Caudales máximos mensuales (m^3/s) para periodos de retorno (T) de 5, 10 y 20 años para la estación Lluta en Alcérreca.

T(años)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
20	6,18	17,93	6,99	3,26	1,95	1,77	1,84	2,04	1,73	1,25	1,33	2,09
10	5,18	13,23	5,64	2,8	1,8	1,68	1,77	1,87	1,57	1,21	1,27	1,87
5	4,17	8,96	4,36	2,34	1,65	1,58	1,68	1,7	1,41	1,16	1,2	1,63

Fuente: DGA (2004)

La tabla anterior muestra claramente como el mes de febrero es el que presenta por lejos los mayores caudales con respecto a los demás meses. Para un periodo de retorno de 20 años, febrero presenta un caudal máximo de $17,93 m^3/s$, un valor un 256,5% mayor que el caudal más próximo que corresponde a marzo. Dado el fuerte desnivel existente entre el Río Lluta y la superficie del glacis en su paso frente al área del proyecto, que presenta una profundidad promedio de 250 m, se descarta la ocurrencia de desbordes del Río Lluta que afecte el área de influencia del proyecto.

Amenaza de inundación por escurrimiento superficial

Para determinar el riesgo de inundación, por amenaza de escurrimiento superficial en el área del proyecto, es de suma importancia considerar la permeabilidad del sustrato, la geomorfología y la topografía del área en cuestión, como también hacia las nacientes de sus talwegs.

Según el Mapa Hidrogeológico de Chile (DGA, 1986), el sustrato del área en cuestión posee buenas condiciones de permeabilidad. Por lo cual el escurrimiento se vería detenido hasta que el volumen de precipitaciones lograra saturar el sustrato. La cobertura arbustiva abierta del suelo en el sector también atenuaría el flujo favoreciendo la infiltración del escurrimiento superficial.

Figura 2-39 Detalle del Mapa Hidrogeológico de Chile.



Fuente: DGA (1986)

En amarillo los sustratos impermeables, en verde los semipermeables y en celeste los permeables. El círculo rojo engloba el área del proyecto.

Geomorfológicamente el área de emplazamiento de las instalaciones del proyecto, se encuentra ubicada en la parte distal glacis coluvial, lo que determina la presencia de suaves pendientes. Este glacis presenta una serie de talwegs consecuentes de escasa profundidad que presentan un patrón de drenaje centrífugo. Esta característica permite que el agua drenada desde las nacientes no se concentre hacia un cauce o un sector específico como ocurre normalmente en una cuenca, sino que se reparta en el territorio en su trayecto hacia el río Lluta. En concreto el área del proyecto se ve atravesada por una serie de talwegs consecuentes de modestas dimensiones, que aunque varían en su grado de incisión del glacis, en todos los casos su incisión es muy incipiente. El más largo de estos drenes no alcanza los 5 Km de longitud, encontrando su nacimiento en la Pampa Taapacá.

En resumen, las suaves pendientes junto a la muy favorable estructura de la red de drenaje presente en el área del proyecto permiten concluir que no existe riesgo de inundación en el área del proyecto, a excepción de los cauces de los talwegs consecuentes, los cuales presentan un

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

riesgo alto, recomendándose la debida ejecución de medidas para atenuar su efecto sobre las instalaciones del proyecto.

Fotografía 2-1. Panorámica de la superficie del glacis en el área de estudio



Fuente: Colección fotográfica del autor.

En el centro se observa un micro talweg consecuente, testimonio de la baja intensidad del escurrimiento superficial en el glacis

Con respecto al área del trazado del acueducto que surtirá al proyecto, si bien sus condiciones geomorfológicas son similares al emplazarse sobre el mismo glacis, en este sector los talwegs consecuentes presentan mayor desarrollo, encontrando algunos de sus nacientes a los pies de los domos volcánicos, por lo que en caso de tormenta estos cauces presentarían un mayor caudal que los talwegs consecuentes del área de emplazamiento del proyecto. Sin embargo, el riesgo de inundación para esta zona sigue siendo bajo a nulo, a excepción de los cauces de los talwegs consecuentes que se clasifican con un riesgo de inundación alto.

Nivel de riesgo identificado

En consideración a los elementos descritos con anterioridad, se estima que para el área de influencia del proyecto, existe un riesgo alto de inundación, para todos los talweg o quebradas, y zonas que corresponden al lecho de inundación regular de estas. Esto se traduce prácticamente en

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

donde escurre frecuentemente el curso de agua, cuando existe precipitaciones de importancia, como las que ocurren en la temporada estival, más conocido como el “Invierno Boliviano”.

Riesgo por Remoción en Masa

Introducción

El riesgo de remoción en masa se refiere a la eventual ocurrencia de un desprendimiento de material o suelo sobre las obras del proyecto por desestabilización de las laderas, particularmente en el área de vertientes de flancos de valle activos que componen el sector poniente del área de emplazamiento del proyecto. El sector de estudio presenta zonas en donde existen materiales en curso, como las que ocurren en vertientes o laderas activas, cuya dinámica se hace evidente por la existencia de canales de erosión, regolitos móviles, suelos desnudos, depósitos recientes, etc. Estas se ubican en pendientes fuertes a escarpadas ($>10^\circ$) y se presentan principalmente por la susceptibilidad del sustrato (principalmente de origen volcánico) a mostrar fenómenos de movimientos en masa, acentuado por factores como las lluvias estivales. Sin embargo, este tipo de susceptibilidad no solo se puede dar naturalmente, sino que también puede ser acentuado por actividades como las que son típicas de la extracción minera, como el movimiento de tierra, manejo de taludes, extracción de material, etc. Este riesgo debe ser prevenido por los daños que podría ocasionar a la seguridad de la obra.

Descripción de la Amenaza

- Antecedentes Geomorfológicos, Morfodinámicos y Geológicos

A partir del análisis de las características geológicas y geomorfológicas del área de estudio, de imágenes satelitales y de la observación de terreno, se puede decir que el área de estudio alberga formas superficiales de origen antiguo, reciente y actual.

Las superficies de origen antiguo se presentan generalmente como formas más estables, de baja pendiente ($< 10^\circ$), y se representan en el área de estudio por formas como abanicos piroclásticos, la terraza volcánica antigua y los domos volcánicos. Este último representa la excepción en cuanto a estabilidad y pendiente se refiere.

Las formas recientes evidencian estabilización, con desarrollo de suelos incipientes y son de origen más moderno que las anteriores superficies descritas, y pueden incluso rellenar, cubrir y disectar las formas preexistentes o más antiguas. Dentro de estos tipos de morfologías se consideran a los glacés coluviales, talwegs consecuentes y vertientes de flanco de valle pasivo.

Dentro de las formas que muestran actividad actual, se cuentan las vertientes de flanco de valle activo y las vertientes de excavación, que presentan formas con superficies rugosas a causa de la intensa erosión, con regolitos móviles y materiales en curso. Los taludes de este sistema de vertientes activo pueden mostrar acumulaciones importantes en sus bases, y en el aspecto general pueden ser rexiáticos.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

- Tipos de Fenómenos de movimientos en Masa Identificados

Los principales fenómenos naturales observados en el área de influencia del proyecto y que fueron reconocidos en la Línea de Base (ver capítulos de Geomorfología y Geología), y son los siguientes:

- ✓ Deslizamientos
- ✓ Flujos
- ✓ Caídas o desprendimientos
- ✓ Movimientos Complejos

Deslizamientos: Corresponden a el movimiento de ciertos tipos de materiales (roca, detritos o derrubios, suelo o tierra) sobre un plano o superficie de deslizamiento. Los materiales movilizados pueden incluir materiales naturales y artificiales, los cuales están separados por un plano definido en posición estacionaria infrayacente. Dentro de los tipos de deslizamiento se encuentran los traslacionales (círculo amarillo, Figura siguiente) y los rotacionales (línea segmentada roja, Figura siguiente), cuyas expresiones pueden ser observadas en el área de estudio, como los deslizamientos en bloques para la primera tipología, y el colapso de rocas y detritos para la segunda.

Los deslizamientos rotacionales, que son los de mayor magnitud en el área de estudio, se pueden describir como un movimiento en masa ocasionada por una superficie de ruptura curva en forma de cuchara en una vertiente, generando un movimiento rotacional alrededor de un eje que es paralelo al contorno de la ladera. Dentro del área de estudio en su sección noroeste se encuentra un gran deslizamiento rotacional que abarcó un área de 488.826 m² (línea segmentada roja, Figura siguiente). Aunque es el único deslizamiento de su tipo detectado en el área de estudio, es importante considerar sus grandes dimensiones.

Figura 2-40 Deslizamiento rotacional.



Fuente: Elaboración propia en base a Imagen Google Earth.

Se puede apreciar en la foto su forma de cuchara y las vertientes de excavación a las que dio origen

Flujos: Estos movimientos fluidales implican un rompimiento o corte a través del suelo, roca o detritos. La velocidad del flujo es lenta en la base del cuerpo que fluye y aumenta hacia la superficie. Muchos de estos flujos ocurren como un movimiento turbulento, y en el área de estudio pueden ser gatillados por las lluvias estivales, generando fenómenos como los flujos de detritos (Figura siguiente). Estos últimos se expresan como un movimiento en masas rápido, en el que tierra suelta y roca se combinan con agua para formar una mezcla que fluye pendiente abajo. Se encontraron flujos de forma esporádica en los flancos de valle activos del Lluta, ubicándose el mayor de estos flujos (línea segmentada roja, Figura siguiente) a 230 m del límite norte del área del proyecto.

Figura 2-41 Flujo de detritos.



Fuente: Elaboración propia en base a Imagen Google Earth.

Es el más grande observado en el área abarcando una superficie de 161.500 m².

Caídas: O también conocidos como desprendimientos, resultan de la caída libre pendiente abajo, de material de roca, tierra o suelo. El suelo puede caer como cuerpos cohesivos (ej. terrones), como sucede en las riveras o escarpes de terraza. En el área de estudio ese tipo de movimientos en masa son los más comunes, principalmente la caída de rocas, encontrándose con normalidad bloques caídos en todos sectores de flanco de valle activo (flechas amarillas, Figura siguiente). El proceso consiste en el desprendimiento de rocas de las laderas, las cuales se transportan ladera abajo primero por el aire, para después efectuar rebotes y/o rodamiento.

Movimientos Complejos: Los movimientos complejos ocurren cuando el tipo de movimiento inicial se transforma en otro al ir desplazándose ladera abajo, entre los más importantes cabe destacar los aludes o avalanchas de rocas y nieve, y los flujos deslizantes.

Figura 2-42 Caída de rocas a lo largo del escarpe de terraza del flanco de valle activo del Lluta.



Fuente: Colección fotográfica del autor.

- Análisis de Pendientes Medias

Dentro de la identificación de la actividad potencial de las geoformas, se recurrió a determinar los umbrales morfodinámicos en base a los rangos de pendiente y su potencialidad erosiva (2-30). Se puede considerar que según los valores medios de pendiente, todas aquellas pendientes superiores a 20° son reconocidas como potenciales generadoras de movimientos en masa, y ya sobre 30° de pendiente media, como zonas con alta morfodinámica diversificada en múltiples procesos, predominando los gravitacionales. Se debe tener en cuenta que este tipo de análisis solo sirven de referencia, y es por esto que se no se debe considerar el análisis de pendientes como el insumo principal del estudio de amenazas naturales y su grado de recurrencia, sino más bien como un elemento netamente referencial, asociado principalmente a energías potenciales gatillantes de fenómenos, ya que estas (las amenazas) también dependen de otros factores.

Ya dentro de la descripción analítica, en el área de influencia del proyecto, se determinó que el sector poniente es el que presenta las mayores pendientes, por lo que se excluyó del análisis, la zona en donde se despliega el acueducto.

En general las pendientes horizontales, suaves y moderadas se asocian al lecho del Río Lluta, al glacis coluvial, y a la terraza volcánica. En estos dos últimos los movimientos de sedimentos están condicionados a la dinámica proveniente de precipitaciones al escurrir en superficie como flujos laminares esporádicos.

Las pendientes fuertes se producen en las vertientes de flanco de valle pasivo y en algunos sectores de las vertientes de flanco de valle activo. En estas, los eventos dinámicos se asocian también a flujos de agua en drenes, con mayor energía cinética, lo que le transfiere más violencia a los sucesos como los flujo de detritos, pero también menos frecuencia a medida que se asciende en la gradiente de pendiente.

Entre 20° y los 30° comienzan a proliferar los procesos de movimientos en masa masivos, como deslizamientos traslacionales y rotacionales, y aparecen con más frecuencia los coluvios o procesos en donde la gravedad empieza a ser más relevante como agente gatillante de fenómenos. Así, son frecuentes en estos rangos de pendientes las formas como conos y taludes de gravedad además de deslizamientos coherentes y desarrollo de cárcavas.

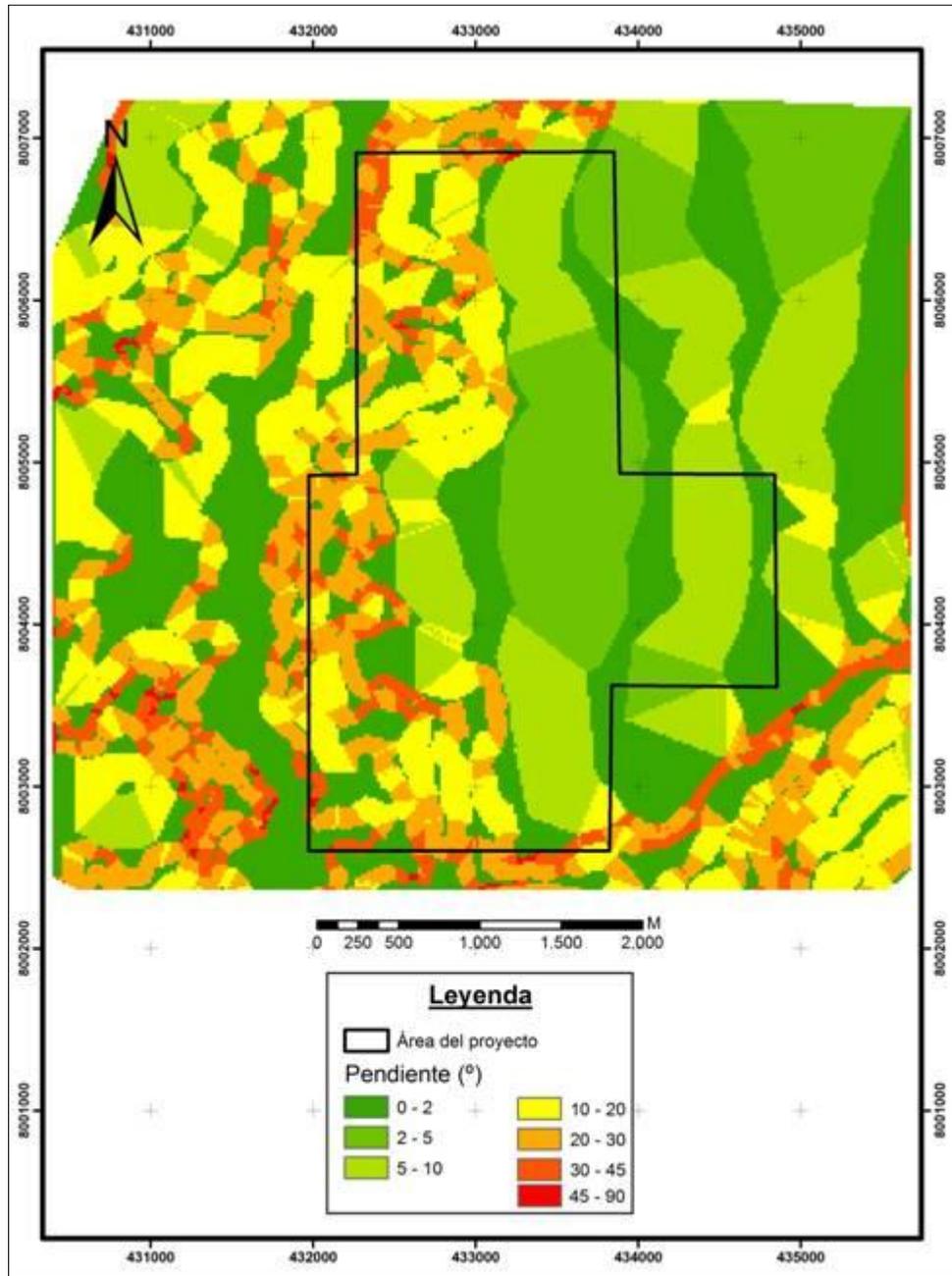
Ya a partir de los 30° y hasta los 45°, los eventos de movimiento en masa son dominados por material coluvial (movimientos de origen gravitacional) y los deslizamientos de tipo caótico son referentes, considerándose por ejemplo las caídas de rocas y las avalanchas de detritos.

Tabla 2-24 Rangos de pendientes según umbrales morfodinámicos

PENDIENTES		CONCEPTO	UMBRAL GEOMORFOLOGICO
GRADOS	% APROX.	PENDIENTE	
0 - 2	0,0 - 4,5	Horizontal	Erosión Nula a Leve
2 - 5	4,5 - 11,0	Suave	Erosión débil, difusa, Sheet-wash, inicio de regueras, soliflucción fría.
5 - 10	11,0 - 22,0	Moderada	Erosión moderada a fuerte; inicio erosión lineal, Rill-wash o desarrollo de regueras.
10 - 20	22,0 - 44,5	Fuerte	Erosión intensa; Erosión lineal frecuente Cárcavas incipientes.
20 - 30	44,5 - 67,0	Muy Fuerte a Moderadamente Escarpada	Cárcavas frecuentes; Movimientos en masa; Reptación
30 - 45	67,0 - 100,0	Escarpada	Coluvionamiento; Soliflucción intensa; Inicio derrubiación.
>de 45	>de 100,0	Muy Escarpada a Acentilada	Desprendimientos y Derrumbes; Corredores de derrubios frecuentes.

Fuente: Araya y Börgel 1972, Young 1975 y Ferrando 1993.

Figura 2-43 Mapa de pendientes medias



Nivel de riesgo identificado

Como riesgo alto se identificó todas aquellas formas que muestran actividad actual, como las vertiente de valle activo y vertiente de excavación, cuyas pendientes son complejas (gran variabilidad de gradiente, es decir entre 50 y 100%) y que están expuestas potencialmente a eventos de origen coluvial como caída de rocas, flujos de detritos, deslizamientos traslacionales y

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

rotacionales y movimientos complejos, con gran variabilidad granulométrica, desde finas a gruesas.

Zonas de riesgo medio son todas aquellas que pueden limitar con zonas de riesgo alto siendo formas de origen antiguo o reciente y que pueden presentar pendientes de 5 a 20°. Su riesgo es medio debido al potencial peligro que ofrece su inmediata contigüidad a vertientes con riesgo alto, que a través de movimientos en masa tales como flujos de detritos, caída de rocas, deslizamientos rotacionales o traslacionales y movimientos complejos, alimenten las vertientes haciendo retroceder el escarpe. Se considera que estos fenómenos serán menos recurrentes que las zonas de Riesgo Alto.

Se clasificaron como zonas de riesgo bajo todas aquellas áreas en donde se exhiben formas antiguas o recientes, y que limitan con zonas de riesgo medio. Presentan pendientes entre 0 a 10° y por sobre todo están dentro del rango de alcance de deslizamientos masivos de gran envergadura, como los que se han registrado anteriormente en este estudio. La ocurrencia de estos grandes deslizamientos, tienen una probabilidad baja a muy baja de acontecer, y pueden traer como consecuencia, un retroceso del escarpe de terraza y el traslado del material hacia las vertientes.

2.4.6 Hidrología e Hidrogeología

2.4.6.1 Introducción

La compañía Minera Hemisferio Sur (MHS) es propietaria del Proyecto “Manganeso Los Pumas”, situado unos 20 km al nor-noreste de la localidad de Putre, Provincia de Parinacota, XV Región de Arica y Parinacota, extremo norte de Chile (Figura siguiente). El área del Proyecto se encuentra en las estribaciones occidentales del Altiplano, en un rango de cota de 3.500 a 4.000 msnm. El sector donde se ha definido la ubicación de la mina e infraestructura minera para la producción de Manganeso se halla al interior de propiedades mineras de MHS, al oeste del Río Lluta (Figura siguiente).

Figura 2-44 Ubicación del área del proyecto, dentro la cuenca hidrográfica del río Lluta.

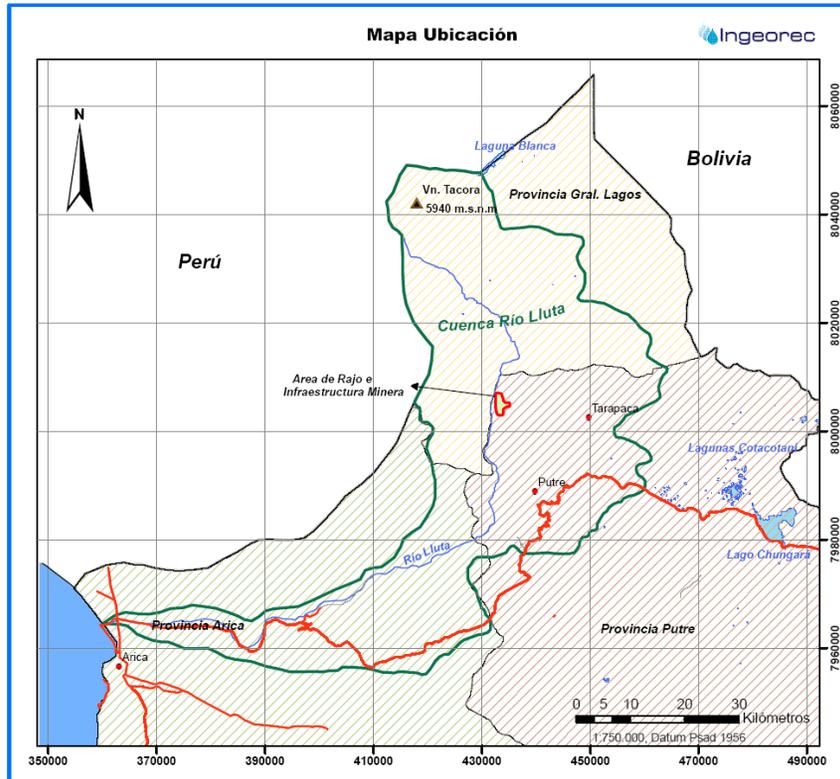


Figura 2-45 Detalle del sector de emplazamiento del proyecto.



	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

2.4.6.2 Objetivos

El objetivo principal del presente estudio es identificar y evaluar la hidrología, hidrogeología y la calidad de las aguas del curso de agua más cercano al Proyecto, referido al Río Lluta.

2.4.6.3 Metodología

Para el proceso de presentación y aprobación del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del mismo proyecto minero, se realiza este informe hidrogeológico sobre el sector de su emplazamiento, el cual pretende entregar todos los antecedentes sobre la geología, hidrogeología, meteorología y fluvimetría del área, para evaluar los posibles, o no, impactos del proyecto sobre el recurso hídrico y proponer los planes de monitoreo más adecuados para permitir su detección en forma oportuna y garantizar la sustentabilidad del proyecto.

El informe hidrogeológico ha sido desarrollado por la empresa consultora Asesorías Ingeorec Ltda., basándose en los antecedentes disponibles en el informe hidrogeológico presentado en la anterior DIA del proyecto (Aquaconsult, 2010) y complementándolo con nueva información.

Si bien debajo el área del rajo minero e infraestructuras del proyecto no se han reconocido acuíferos claramente delimitados, a continuación se presenta un análisis de la calidad de aguas de los sistemas hídricos y afloramientos de aguas reconocidos en el sector para ser utilizados como antecedente de línea base del sector y para el plan de monitoreo que se propone a continuación como plan de alerta temprana ante cualquier escurrimiento, derrame o infiltración de aguas desde el área del proyecto. Además, también se presenta la composición del agua de la vertiente Taapaca desde la cual se extraerá el agua que será utilizada en el proceso.

2.4.6.4 Area de influencia

El área del Proyecto “Manganeso Los Pumas” se encuentra inserta en la cuenca del Río Lluta, la cual posee una superficie de aproximadamente 3.400 km², extendiéndose entre la Alta Cordillera – incluyendo el límite fronterizo con Perú- hasta su desembocadura en el Océano Pacífico unos 3 km al norte de la ciudad de Arica. La elevación máxima de la cuenca del Río Lluta sobrepasa los 5.500 msnm., representando el Volcán Tacora su máxima cota.

2.4.6.5 Antecedentes

- **Marco geológico regional**

Entre los 18º y 19º Lat. Sur de la provincia de Arica, afloran rocas que abarcan, en edad, desde el Proterozoico Superior al Holoceno (Sernageomin, 2004). La sucesión litoestratigráfica generalizada, respecto a las principales unidades morfológicas de la región, Cordillera de la Costa, la Depresión Central, la Precordillera y la Alta Cordillera, comprende las siguientes unidades.

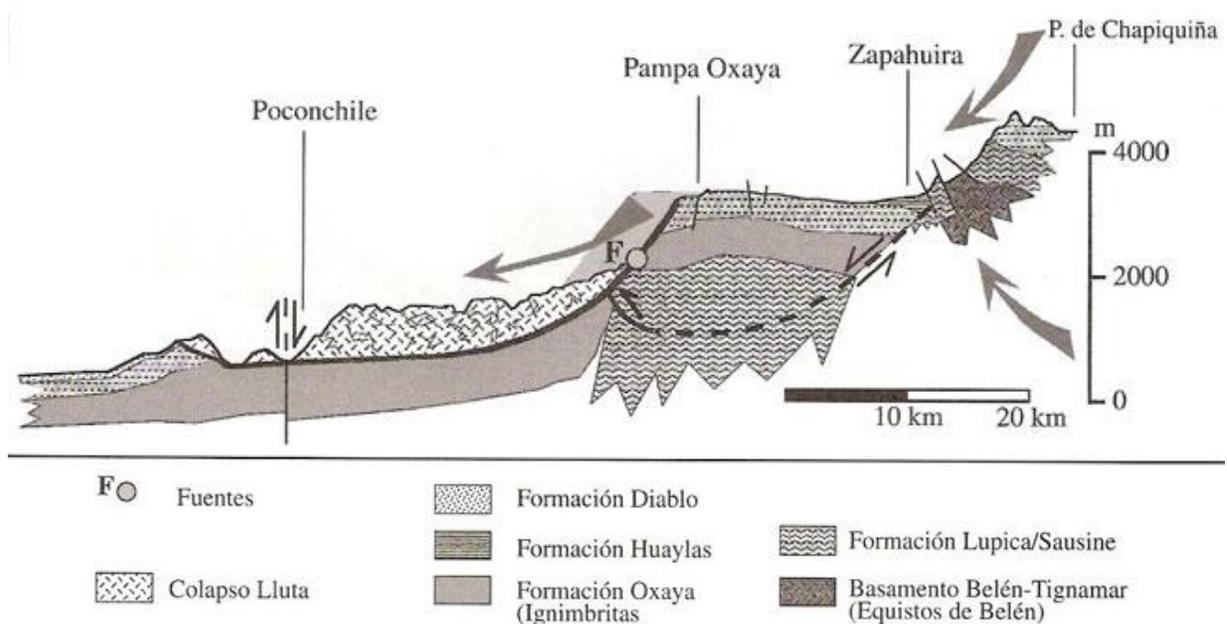
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

El basamento, de edad proterozoica superior-paleozoica inferior, está representado por el Complejo Metamórfico de Belén en el borde oeste de la Alta Cordillera. Esta unidad está formada principalmente por esquistos, gneises y anfibolitas, con una foliación promedio de rumbo NNW-SSE y manteo moderado a alto al este. El Complejo Metamórfico de Belén está localmente sobreyacido, en discordancia angular, por rocas sedimentarias del Carbonífero-Pérmico (?) y que se han denominado Estratos Quichoco.

Las rocas del Jurásico-Cretácico Inferior, en la Precordillera y Alta Cordillera, están representadas por la Formación Livilcar, la cual está constituida por hasta 2.000 m de espesor de areniscas, conglomerados, lutitas, calizas, en parte fosilíferas, y yesos, depositados en un ambiente marino-litoral a transicional. En la Cordillera de la Costa y Depresión Central occidental, la sedimentación marina y continental de este período fue contemporánea de abundante volcanismo, reconociéndose tres unidades mayores, separadas por discordancias angulares suaves. En la Cordillera de la Costa, las formaciones Camaraca y Los Tarros, del Jurásico Medio-Superior, están constituidas por hasta 4.000 m de espesor de lavas andesíticas a andesítico-basálticas, extensas arealmente, con intercalaciones de rocas sedimentarias fosilíferas marinas-litorales. Estas formaciones están sobreyacidas en discordancia angular, hacia el este, por conglomerados y areniscas continentales de la Formación Atajaña, asignada al Kimmeridgiano-Neocomiano. En la Depresión Central occidental, la Formación Suca del Cretácico Inferior alto está constituida por lavas andesíticas y andesítico-basálticas, con intercalaciones de areniscas continentales. Las sucesiones estratificadas mesozoicas de la Cordillera de la Costa y Depresión Central están intruidas por cuerpos plutónicos e hipabisales, gábricos a granodioríticos, del Jurásico Medio al Cretácico.

Durante el Cretácico Superior-Paleoceno, se formaron rocas intrusivas de composición granodiorítica a monzonítica cuarcífera, que afloran en las grandes quebradas que cruzan la Precordillera. La cobertura del Oligoceno- Holoceno está constituida por extensas sucesiones de rocas volcánicas y sedimentarias continentales, expuestas en casi la totalidad del área. En el oeste, las sucesiones son principalmente sedimentarias, subhorizontales, de espesor menor a 200 m, mientras que hacia el este, son principalmente volcánicas, localmente muy deformadas, y con espesores de hasta 5.000 m. En la Depresión Central, la Formación Azapa está constituida por hasta 500 m de conglomerados y areniscas fluviales, asignadas al Oligoceno. Está sobreyacida concordantemente y transicionalmente por hasta 1.000 m de tobas ignimbríticas voluminosas, riolíticas, con intercalaciones sedimentarias, fluviales y lacustres, de la Formación Oxaya. La Formación Oxaya está sobreyacida, en la Depresión Central, por areniscas, limolitas, calizas y gravas, lacustres y fluviales, de la Formación El Diablo (Mioceno Inferior tardío-Mioceno Medio), mientras que en la parte oriental de la Precordillera, está sobreyacida por rocas volcánicas andesíticas del Mioceno y gravas fluviales del Mioceno Medio-Superior (Formación Huaylas).

Figura 2-46 Perfil geológico regional entre los valles de Lluta y Azapa.
(Tomado de Seyfried *et al*, 1998).



En la Alta Cordillera, la Formación Lupica está constituida por hasta 2.500 m de lavas andesíticas a dacíticas, brechas, ignimbritas riolíticas y rocas sedimentarias aluviales y lacustres. Numerosas dataciones indican una edad oligocena superior-miocena inferior para su depositación. Esta unidad está cubierta, en discordancia angular y de erosión, por abundantes rocas y depósitos volcánicos, andesíticos y dacíticos, del Mioceno-Holoceno. En depresiones intramontanas de la Alta Cordillera y en su borde occidental, se disponen sucesiones sedimentarias, fluviales y lacustres, con intercalaciones volcánicas (e.g., formaciones Joracane, Chucal, Macusa, Huaylas y Lauca). Importantes depósitos de remoción en masa, del Mioceno Superior al Cuaternario, afloran en los bordes de relieves abruptos y quebradas fuertemente disecadas.

Respecto de la evolución tectónica del área, durante el Jurásico Superior-Cretácico Inferior, en la Cordillera de la Costa y Depresión Central occidental, está representado un período complejo de deformación, predominantemente, transcurrente.

Deformaciones contraccionales, y probablemente transpresivas, del Cretácico Superior al Eoceno, habrían ocurrido en la Depresión Central oriental y Precordillera. Durante el Oligoceno-Holoceno, la deformación contraccional está bien registrada en la Alta Cordillera y Precordillera y representada por pliegues y fallas inversas de vergencia general oeste que involucran al basamento; la mayor compresión se desarrolló en el Mioceno.

En la latitud de Arica, las principales estructuras asociadas entre la Depresión Central y Cordillera Occidental corresponden al Anticlinal de Oxaya y al Sistema de Cabalgamiento de Putre-Belén. En el borde oriental de la Precordillera y occidental de la Cordillera Occidental, entre Putre y Tignámar, se

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

reconoce un sistema de fallas inversas y pliegues de dirección NNW y vergencia oeste, formado de este a oeste por las fallas Chapiquiña-Belén, Cerro Lagunas-Belén-Tignámar y Copaquilla-Tignámar. Este sistema pone en contacto al basamento Paleozoico con unidades Cenozoicas, y es responsable de un importante cambio en la topografía, pasando de 3000-3500 m s.n.m en la Depresión de Copaquilla, a 5000-5300 m s.n.m en el Cordón de Belén (García et al, 1999).

- **Geología local**

En el sector del Proyecto e inmediaciones afloran principalmente rocas estratificadas y depósitos semiconsolidados; en una proporción muy secundaria se presentan depósitos sedimentarios no consolidados.

Más del 50% de las rocas y depósitos semiconsolidados corresponden a depósitos de flujos piroclásticos, lavas y tobas ignimbríticas, mayoritariamente originados por la actividad volcánica Plio-Pleistocena; 5 km al oeste y unos 15 km al este del área del Proyecto afloran rocas volcánicas más antiguas, del Mioceno.

Las demás rocas y depósitos semiconsolidados corresponden a dos secuencias terciarias de origen continental, pertenecientes a las formaciones Lupica y Huaylas. En forma muy subordinada se presentan sedimentos no consolidados de origen aluvial, fluvial y coluvial. En el fondo de la quebrada del Río Lluta, a más de 4 km al norte del Área Proyecto, se disponen depósitos de remoción en masa y a unos 15 km al noreste se disponen depósitos fluvioglaciales y morrénicos.

Al sur del área del proyecto se ubica la Falla Copaquilla-Tignamar que presenta una exposición de más de 70 km y que llega hasta el punto de la afluencia de la Quebrada Puxuma con el Río Lluta. Su trazo NNW-SSE al sur del Área Proyecto y su carácter inverso, habría generado el alzamiento del bloque oeste, en el cual se halla el Área Proyecto.

A continuación se describen sintéticamente las características de las unidades geológicas (“UG-”) que afloran en el Área Proyecto, ordenados de más antiguo a más reciente. Se ha utilizado la nomenclatura de definiciones aplicadas por el levantamiento geológico del Sernageomin (García et al., 2004).

Figura 2-47. Mapa geológico esquemático regional del área del proyecto “Manganeso Los Pumas” (extraídos de Aquaconsult, 2010).

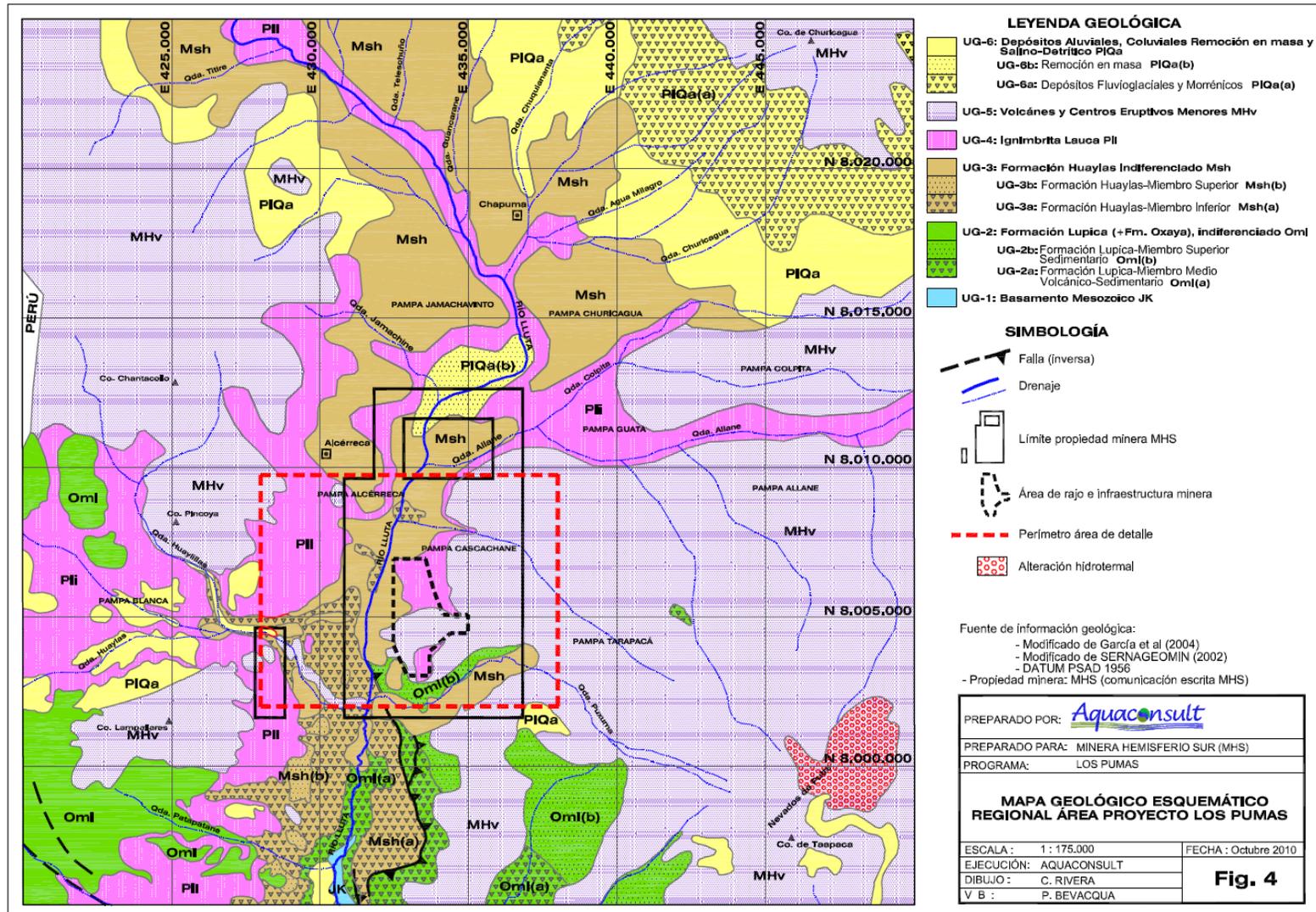
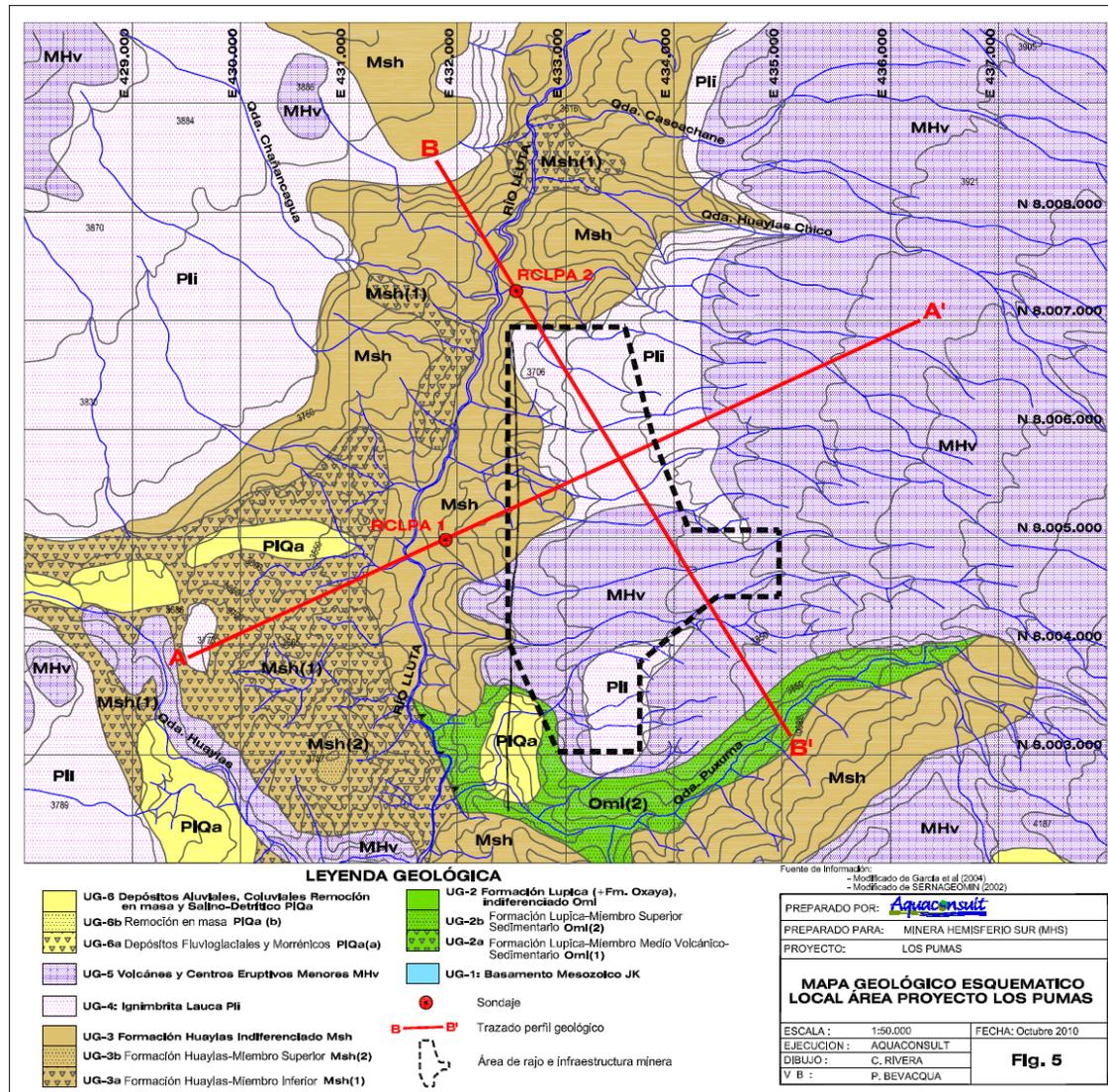


Figura 2-48 Mapa geológico esquemático local del área del proyecto “Manganeso Los Pumás” (extraídos de Aquaconsult, 2010).



	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

- **Unidades geológicas**

UG-1: Basamento Mesozoico (JK)

La unidad de Basamento Mesozoico (UG-1) se compone de rocas sedimentarias e intrusivos y aflora en el fondo de la quebrada del Río Lluta, unos 6 km al sur del Área Proyecto. Las rocas sedimentarias son de origen marino y pertenecen a la Formación Livilcar; los afloramientos más cercanos pertenecen al Miembro Superior, cuya litología está compuesta por calizas, lutitas areniscas con yeso y coquinas (García et al., 2004). Los intrusivos son del Cretácico Superior-Paleoceno y se componen de granodioritas y monzodioritas.

UG-2: Formación Lupica; Oligoceno Superior-Mioceno Inferior (OMI)

La Formación Lupica (UG-2) corresponde a una secuencia de rocas volcánico-sedimentarias, de variada litología y muy amplia distribución en la Precordillera y franja occidental de la Alta Cordillera al norte del paralelo 19°S. Esta unidad se encuentra moderada a intensamente plegada. Aflora al sur del Área Proyecto, tanto en la Quebrada del Río Lluta, como en las partes altas aledañas al valle. A más de 10 km al suroeste del Área Proyecto (Figura anterior) se ha integrado a la UG-2 afloramientos de la Formación Oxaya, debido a que esta formación posee un rango de edad similar a la Formación Lupica (es decir, Oligoceno Superior-Mioceno Inferior).

En el Área Proyecto, la UG-2 aflora en el extremo sur, a lo largo de la Quebrada Puxuma (Figura anterior). Dichos afloramientos están compuestos por rocas sedimentarias, principalmente areniscas y fangolitas, con intercalaciones volcánicas; pertenecen a las partes media y superior de la Formación Lupica.

UG-3: Formación Huaylas; Mioceno Superior (Msh)

La Formación Huaylas (UG-3) corresponde a una secuencia sedimentaria de disposición subhorizontal, con afloramientos tanto en los sectores de menor elevación del Área Proyecto, como en los sectores circundantes, con una distribución fuertemente controlada por la topografía. De hecho, se expone ampliamente en la parte media-baja de la quebrada del Río Lluta.

Un espesor máximo de 240 m ha sido reconocido en el sector del Proyecto (García et al., 2004). Está compuesta por gravas, ripios finos a medios, areniscas, fangolitas, diatomitas y calizas.

UG-4: Ignimbrita Lauca; Plioceno Superior (Pli)

La Ignimbrita Lauca (UG-4) corresponde a flujos piroclásticos de tobas, de cementación leve a moderada. Posee una gran extensión en la Alta Cordillera y Precordillera, mediante numerosos afloramientos, en parte aislados. En el sector del Proyecto también presenta una amplia cobertura mediante afloramientos dispuestos a lo largo del valle del Río Lluta y en sectores aledaños de media elevación, exceptuándose los sectores más altos. En el área del Proyecto su distribución es muy significativa. La mineralización de Manganeso está mayoritariamente asociada a esta unidad geológica; de hecho, representa la roca caja principal del yacimiento de Manganeso del Proyecto “Manganeso Los Pumas”.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

A nivel regional, su espesor ha sido observado en hasta 150 m. En la cuenca del Río Lauca -unos 30 km al este del Área Proyecto- se intercala en la secuencia sedimentariocontinental pliocena de la Formación Lauca. Su edad ha sido radiométricamente determinada en 2,6 a 2,8 M.a.

UG-5: Volcanes y Centros Eruptivos Menores (MHv)

La unidad de Volcanes y Centros Eruptivos Menores (UG-5) corresponde a un gran conjunto de aparatos volcánicos y sus depósitos asociados, incluyendo coladas de lava, depósitos de flujos piroclásticos, depósitos de avalanchas de detritos y domos. En el sector Lluta-Allane cubre grandes extensiones en los sectores de topografía media-alta situados a ambos lados de la quebrada del Río Lluta; en el Área Proyecto también posee una amplia presencia en una posición estratigráfica sobreyacente a la Ignimbrita Lauca. También presenta mineralización de Manganeseo.

Las litologías predominantes de la UG-5 son andesitas y dacitas, existiendo también riolitas. Asociado a estas rocas, localmente se han desarrollado varios sectores con alteración hidrotermal y depósitos de azufre.

Las edades de las subunidades que conforman la UG-5 han sido mapeadas por García et al. (2004), siendo éstas del Mioceno Inferior, Mioceno Medio, Mioceno Superior, Plioceno, Pleistoceno y Holoceno. Dichas edades se basan en numerosas dataciones radiométricas y correlaciones geomorfológicas, en parte importante basadas en el grado de erosión de los aparatos y coladas volcánicas. Varios volcanes que integran esta unidad, presentan los efectos erosivos de los glaciares pleistocénicos. Las coladas de lava de estos volcanes muchas veces son individualizables.

UG-6: Depósitos aluviales, fluviales, coluviales, remoción en masa y salinodetríticos; Plioceno-Holoceno (PIQa)

En el sector del Proyecto se han descrito los depósitos no consolidados (UG-6) enumerados a continuación en orden de importancia decreciente según su presencia en el Área Proyecto. Basado en sus características morfológicas y origen, los seis tipos de depósitos descritos son de edad cuaternaria (Pleistoceno al Holoceno). Corresponden a unidades informales (no a formaciones geológicas).

Depósitos Aluviales

Los Depósitos Aluviales se encuentran predominantemente compuestos por arenas con matriz de arena fina; también existen sectores con clastos de tamaño grava. Su extensión es muy reducida y el rango de espesor estimativo no supera los 10 m.

Depósitos Fluviales

Los Depósitos Fluviales se localizan principalmente a lo largo de los cauces de los ríos Lluta, Allane y sus tributarios. Sus espesores llegan a tener hasta un máximo estimativo de 15 m.

Depósitos Coluviales

Los Depósitos Coluviales se distribuyen sobre laderas de cerros formados por las unidades de roca y depósitos semiconsolidados. En el Área Proyecto su distribución es poco abundante; se distribuyen principalmente en el sector de pendientes intermedias -no en los escarpes- orientadas hacia el Río Lluta. Su espesor es muy reducido, siendo su máximo unos 5 m.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Depósitos Salino-Detríticos

En áreas muy restringidas del sector del Proyecto, existen Depósitos Salino- Detríticos, compuestos por: (i) sedimentos detríticos: arena fina, limos y arcilla, y, (ii) sedimentos evaporíticos: boratos, cloruros, sulfatos y carbonatos, mezclados con detritos. Se hallan en sectores situados unos 15 km al nornoreste del Área Proyecto, en hoyas tributarias aportantes al Río Lluta aguas arriba.

Depósitos de Remoción en Masa (PIQa (b))

Los Depósitos de Remoción en Masa corresponden a deslizamientos y avalanchas gravitacionales, presentes en bordes de laderas, en escarpes y quebradas profundas. Sus afloramientos cubren en general algunas decenas de metros y su potencia puede alcanzar hasta 20 m.

Depósitos Fluvioglaciales y Morrénicos (PIQa (a))

Unos 15 km al nor-noreste del Área Proyecto se extienden depósitos de origen glaciario, compuestos por brechas sedimentarias, gravas y limos; su grado de selección es pobre y la matriz arenosa-limosa. Corresponden mayoritariamente a mantos estratificados, y en menor proporción a morrenas laterales y/o frontales.

PERFORACIONES REALIZADAS EN EL SECTOR

En el Área Proyecto e inmediaciones, no existen antecedentes de pozos con fines hidrogeológicos de ningún tipo (exploración, monitoreo, producción u otro), pero sí existen los antecedentes de un total de más de 500 sondajes mineros perforados por MHS entre Diciembre-2008 y Marzo-2010, para la exploración y evaluación de los recursos de Manganese. La ubicación de estos sondajes se muestra en la siguiente Figura.

De éstos, 32 fueron perforados por diamantina, con profundidades entre los 6 y los 42 metros; y el gran número restante, por aire reverso, con profundidades entre los 5 y los 60 metros. Ninguno de ellos interceptó agua (a excepción de dos sondajes que se describen a continuación). La recuperación del material durante sus perforaciones permitió reconocer las distintas unidades geológicas descritas en los apartados anteriores y en el apartado de hidrogeología.

Los dos sondajes que habrían interceptado agua (Igor Collado, geólogo MHS, comunicación verbal a Aquaconsult, 2010), son los únicos perforados a una elevación en superficie inferior a 3.600 msnm y que se muestran en la Figura siguiente con una distinta simbología. Se trata de los sondajes RCLPA-1 y RCLPA-2 distantes del Río Lluta 270 m y 150 m respectivamente (Figura 2-48, y Figura 2-49). Al término de los trabajos éstos no fueron entubados; sólo se habría instalado una cañería de un par de metros en superficie para sostener la “boca del sondaje”.

La estratigrafía de los sondajes se resume como sigue (Igor Collado, comunicación escrita a Aquaconsult, 2010):

RCLPA-1

- 0 a 37 m: Arena gruesa
- 37 a 69 m: Predominio de limo y arcilla, con intercalaciones de arena fina

Rangos de pendientes según umbrales morfodinámicos

69 a 82 m: Arena gruesa (>82 m: intercalación o “techo de un paquete” de arena fina-limo)
RCLPA-2

0 a 56 m: Arena gruesa

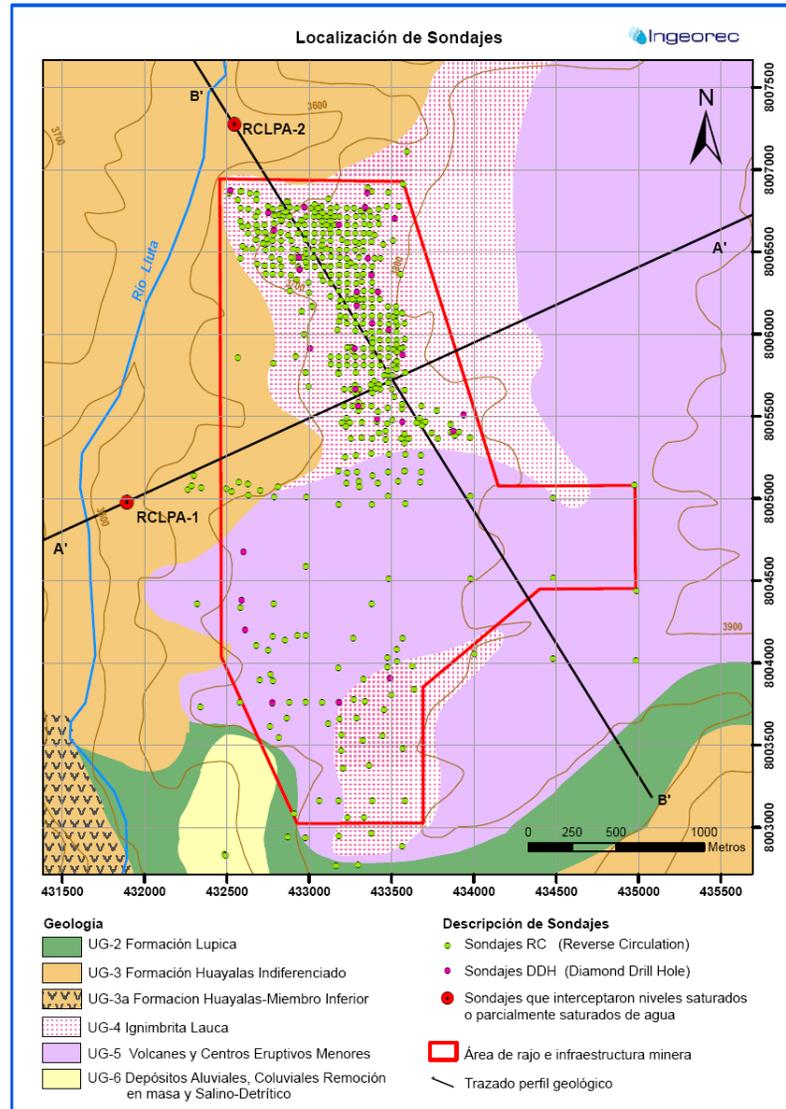
56 a 77 m: Arcilla

El cuadro siguiente resume las características más relevantes de ambos sondajes, respecto a parámetros hídricos obtenidos en el momento de la perforación:

Tabla 2-25 Características generales de los sondajes ubicados en el fondo del valle que interceptaron agua.

PARÁMETRO	RCLPA-1	RCLPA-2	Observaciones
Cota superficie (m snm)	3.579	3.563	
Profundidad total (m)	83	77	
Prof. intercepción de agua (m)	66	6	Valor obtenido durante la perforación
Cota intercepción de agua (m)	3.513	3.557	
Cota aprox. del Río Lluta frente sondaje (msnm)	3.510	3.559	Cota obtenida mediante curvas de nivel
Diferencia entre cota intercepción agua en sondaje y cota Río Lluta (m)	3	2	

Figura 2-49 Localización de los sondajes mineros en el sector mina e infraestructura minera.



	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

2.4.6.6 Resultados y Análisis

HIDROLOGIA

El área del Proyecto “Manganeso Los Pumas” se encuentra inserta en la cuenca del Río Lluta, la cual posee una superficie de aproximadamente 3.400 km², extendiéndose entre la Alta Cordillera – incluyendo el límite fronterizo con Perú- hasta su desembocadura en el Océano Pacífico unos 3 km al norte de la ciudad de Arica. La elevación máxima de la cuenca del Río Lluta sobrepasa los 5.500 msnm., representando el Volcán Tacora su máxima cota.

El clima del área de estudio se define como estepa de altura húmeda, donde la pluviometría y la temperatura son controladas en gran medida por la variación altimétrica. Las temperaturas anuales varían entre -1,3 y +18,6°C, mientras que la pluviometría en el área del proyecto es de 200 mm/anuales.

- **Meteorología**
 - Precipitaciones

La Tabla siguiente identifica las 29 estaciones pluviométricas más cercanas al área de estudio, sus coordenadas y cota y las medias anuales de precipitación y temperatura. La Figura siguiente muestra a escala 1:300.000 las curvas isoyetas (expresadas en mm/año), basado en información PUC-DGA (2008). Se observa que el Área Proyecto estaría cruzada por la isoyeta 200 mm/año y que aguas arriba en la cuenca, las isoyetas alcanzan hasta 350 mm/año. Cercanas al área de estudio se localizan varias estaciones meteorológicas, de las cuales 4 se sitúan a menos de 20 km de distancia.

En la siguiente Figura se muestra la correlación entre la cota y la precipitación con las estaciones de la región de Arica-Parinacota, donde se muestra una creciente tasa de lluvias con la altura geográfica. La estación más cercana al área de estudio (Alcérreca) muestra una precipitación promedio bastante menor a la que le correspondería por la tendencia dibujada.

Figura 2-50 Relación cota – precipitación (extraído de Aquaconsult, 2010).

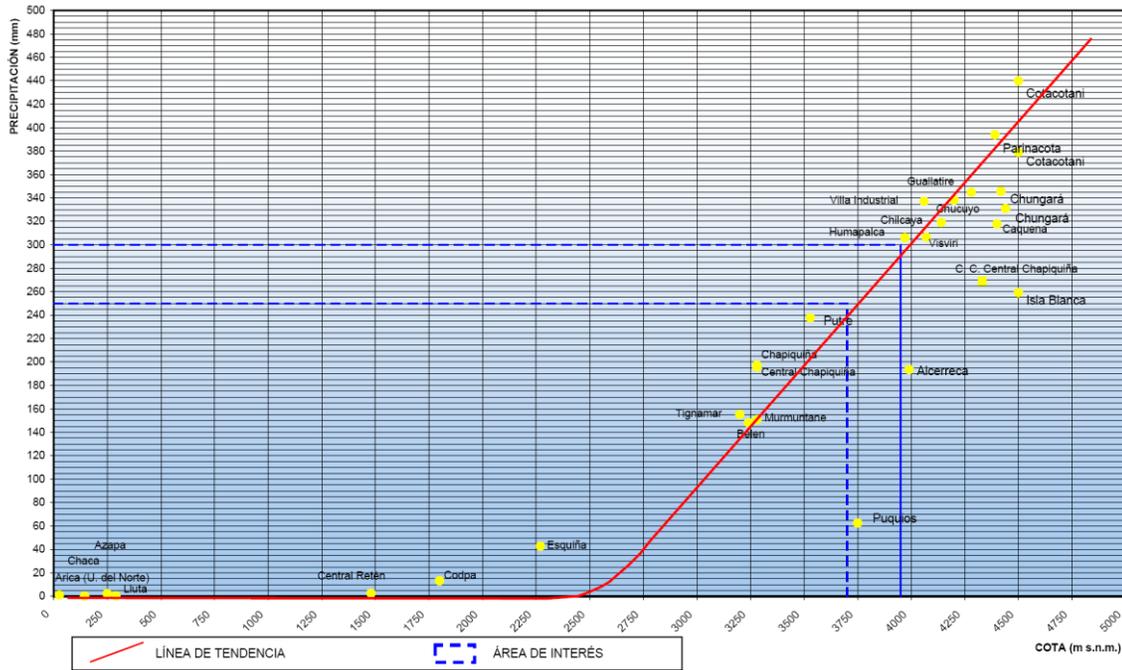
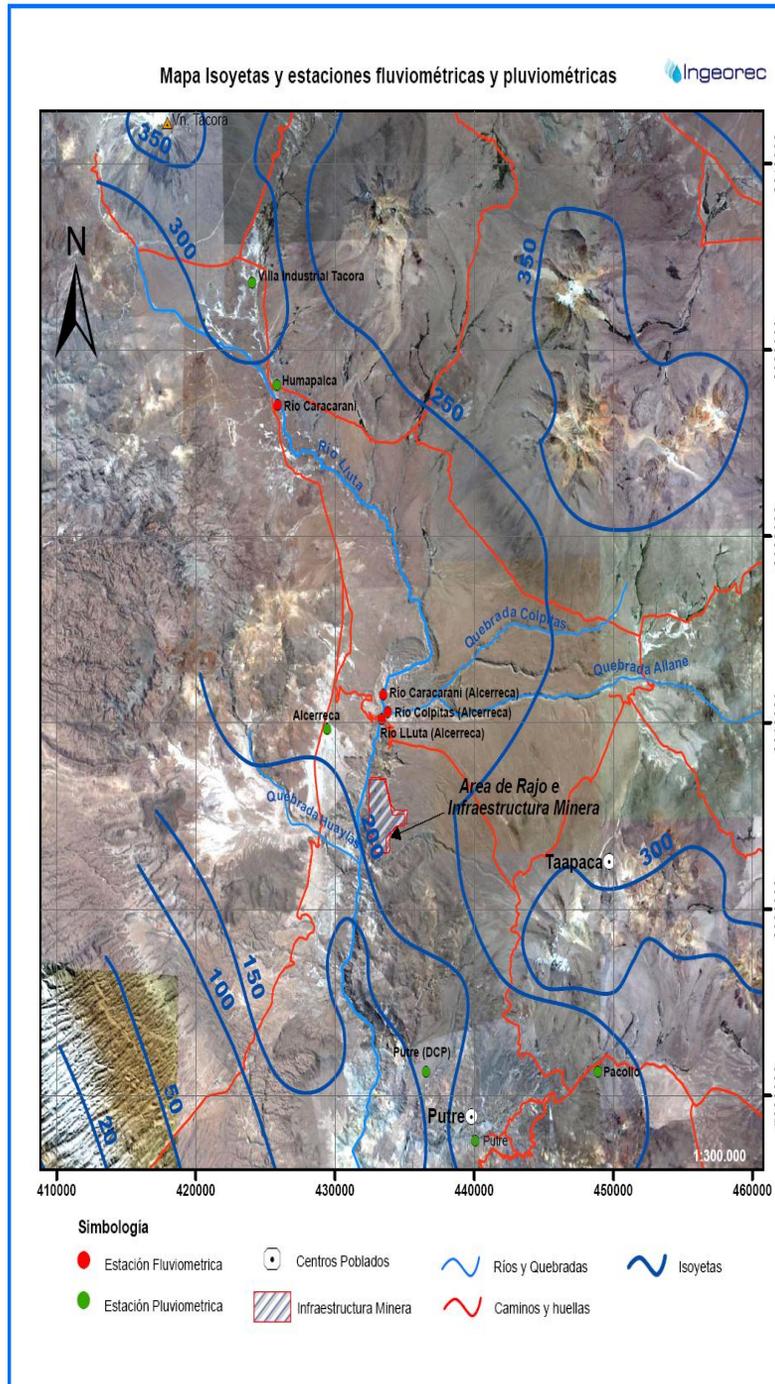


Tabla 2-26. Estaciones meteorológicas DGA con registro de precipitaciones y temperaturas, ubicadas en la Región de Arica-Parinacota (extraído de DGA-PUC, 2008).

Estación	Cód. BNA	UTM (PSAD 1956)		Altitud [msnm]	Estado	Años completos de registro	Precipitación anual promedio para año hidrológico (oct-sep) [mm]	Temperatura Mínima Absoluta Promedio [°C]	Temperatura Media Absoluta Promedio [°C]	Temperatura Máxima Absoluta Promedio [°C]
		Este	Norte							
Visviri	01000005-K	446.943	8.055.818	4.070	V	31	305			
Caquena	01001005-5	478.832	8.004.246	4.400	V	22	428	-11,6	1,8	15,7
Chungara Reten	01010007-0	487.668	7.978.438	4.570	V	24	345			
Chungara Ajata	01010010-0	482.378	7.983.966	4.570	V	22	393	-7,2		14,8
Isla Blanca	01020013-K	477.085	7.989.492	4.500	S	15	359			
Cotacotani	01020014-8	475.323	7.989.490	4.500	V	42	408			
Parinacota Conaf DGA	01020015-6	471.800	7.987.641	4.390	S	21	359			
Chucuyo Reten	01020016-4	468.278	7.985.792	4.200	V	34	330			
Parinacota ex Endesa	01020017-2	471.800	7.987.641	4.390	V	15	364	-9,7		15,8
Guallatire	01021007-0	482.405	7.954.461	4.280	V	30	282			
Chilcaya	01030003-7	498.243	7.921.276	4.140	V	18	308	-10,7	1,8	15,3
Villa Industrial (Tacora)	01200002-2	424.034	8.033.616	4.060	V	26	330			
Humapalca	01200003-0	425.822	8.028.090	3.970	V	32	291			
Alcerreca	01201010-9	429.420	8.009.663	3.990	V	30	218			
Pacollo	01202009-0	448.878	7.991.283	4.050	S	17	226	-6,2	3,3	13,3
Putre	01202010-4	440.075	7.987.569	3.530	V	33	201	-1,3	7,5	18,6
Putre (DCP)	01202012-0	436.538	7.991.246	3.500	V	4	138			
Central Chapiquiña	01300006-9	441.899	7.967.290	3.280	V	32	164			
Belen	01300007-7	445.452	7.956.235	3.240	V	33	164			
Tignamar	01300008-5	447.242	7.945.176	3.200	V	27	127			
Arica Oficina	01310018-7	360.983	7.955.807	20	V	29	1	0,4		17,4
Azapa	01310019-5	382.124	7.952.260	350	V	28	1	9,9	18,3	26,3
Aeródromo El Buitre	01310022-5	360.996	7.953.962	30	V	20	1			25,7
Chaca	01410011-3	378.819	7.919.039	350	S	13	0	9	18,7	27,6
Codpa	01410012-1	420.979	7.917.420	1.800	S	39	15	4,3	14,9	26,9
Cuya	01502006-7	377.307	7.882.139	120	V	10	0	9		24,2
Esquiña	01502007-5	443.841	7.906.438	2.270	S	30	41			

Estado. V: Vigente; S: Suspendida

Figura 2-51 Mapa isoyetas y estaciones fluviométricas y pluviométricas.



El gráfico de la Figura siguiente muestra las medias mensuales de precipitación para seis estaciones pluviométricas de la DGA: dos estaciones en Putre (3.530 msnm), una del Embalse Visviri (4.070 msnm), otra en la población de Alcerreca, muy cercana al área de estudio, y otras dos de Parinacota (4.390 msnm). Se reconoce un muy marcado patrón estacional de lluvias, con un período de estío de Mayo a Octubre, con un porcentaje acumulado de precipitaciones anuales que representa solamente el 6% de las lluvias anuales; mientras que éstas se concentran principalmente entre los meses de Noviembre y Abril, con un 94% de la precipitación total anual (**Tabla 2-27**).

Figura 2-52 Precipitación media mensual de algunas estaciones DGA.

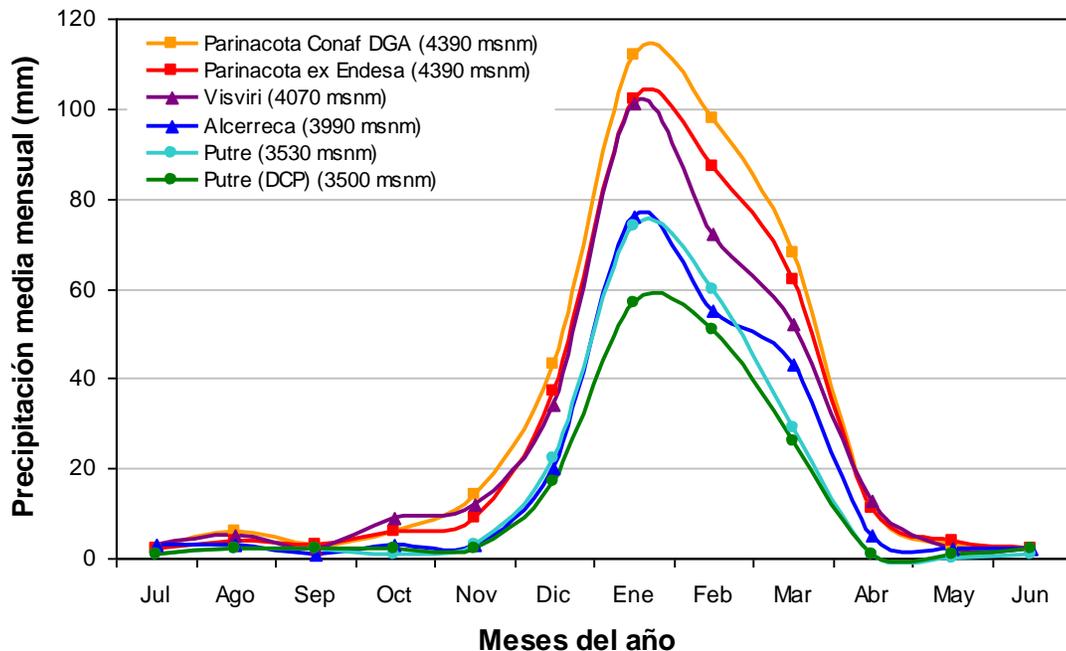


Tabla 2-27. Precipitación media mensual de algunas estaciones DGA (extraído de DGA-PUC, 2008).

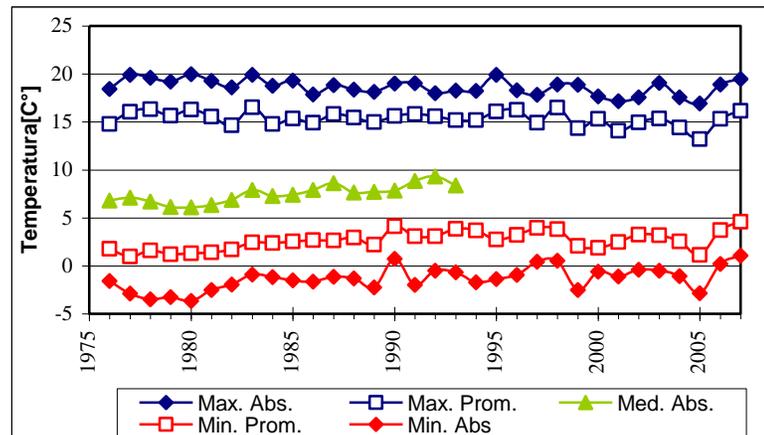
Estación	Código BNA	UTM (PSAD 1956)		Altitud [msnm]	precipitación media mensual (mm)											
		Este	Norte		Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Parinacota Conaf DGA	01020015-6	471.800	7.987.641	4.390	2	6	3	6	14	43	112	98	68	11	3	2
Parinacota ex Endesa	01020017-2	471.800	7.987.641	4.390	2	4	3	6	9	37	102	87	62	11	4	2
Visviri	01000005-K	446.943	8.055.818	4.070	3	5	2	9	12	34	101	72	52	13	2	2
Alcerreca	01201010-9	429.420	8.009.663	3.990	3	3	1	3	3	20	76	55	43	5	2	2
Putre	01202010-4	440.075	7.987.569	3.530	1	2	2	1	3	22	74	60	29	1	0	1
Putre (DCP)	01202012-0	436.538	7.991.246	3.500	1	2	2	2	2	17	57	51	26	1	1	2

- Temperaturas

Las temperaturas en el área de estudio pueden observarse en la Tabla 2-26, con datos extraídos del trabajo de DGA-PUC (2008). Para la estación más cercana al área de estudio, la de Putre, se tienen valores promedio mínimos y máximos absolutos anuales de -1,3 y 18,6 °C, mientras que los valores

promedio de los mínimos y máximos promedio anuales son de 2,6 y 15,4°C. Estos datos pueden observarse en la siguiente figura.

Figura 2-53 Temperaturas históricas en la estación de Putre (extraído de DGA-PUC, 2008).



- Evaporación

La evaporación anual en el área de estudio varía entre los 1660 y 2440 mm anuales con un valor promedio anual de casi 2000 mm (Tabla 2-28). En la localidad de Putre, la evaporación promedio mensual varía entre los casi 140 mm del mes de febrero y los poco más de 200 mm de octubre (Figura siguiente).

Tabla 2-28. Evaporación anual y media mensual de las estaciones DGA de la Región de Arica-Parinacota ubicadas por encima los 3.000 m.s.n.m. (extraído de DGA-PUC, 2008).

Estación Meteorológica	Cód. BNA	UTM (PSAD 1956)		Altitud [msnm]	Estado **	Años de Registro	Evaporación Anual (mm)			Evaporación Mensual (mm)										
		Este	Norte				Mínimo	Máximo	Promedio	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ag
Chungará Reten	01010007-0	487.668	7.978.438	4.570	S	6	1635	1991	1839	202,5	192,9	177,2	154,4	107,6	136	171,8	161,2	155,5	162,2	170
Chungará Ajata	01010010-0	482.378	7.983.966	4.570	V	19	1117	1742	1473	156,6	153,4	148,4	125,2	107,8	133,6	125,6	119,4	105,6	102	115
Cotacotani	01020014-8	475.323	7.989.490	4.500	S	20	1368	2507	1855	213,6	213	183,8	129,2	116,5	128,8	158,1	160,5	146,7	152,6	165
Caquena	01001005-5	478.832	8.004.246	4.400	V	3	867	1259	1017	155	168,4	166,1	127,1	122	122,1	115,9	127,6	93	102,3	121
Parinacota Ex Endesa	01020017-2	471.800	7.987.641	4.390	V	8	1336	1954	1537	172,1	161,7	153,6	133,6	128,2	132,3	141,8	125,4	121,3	118,8	135
Pacollo	01202009-0	448.878	7.991.283	4.050	S	5	1182	2302	1733	178,6	169,1	164,6	132,5	127,8	135,5	146,3	139,5	136,3	157,5	145
Putre	01202010-4	440.075	7.987.569	3.530	V	15	1660	2442	1987	203,9	193,1	199	160,2	138,7	158,7	171,4	162,3	154,3	156,6	174
Codpa	01410012-1	420.979	7.917.420	1.800	V	36	1487	2170	1862	198,1	202,9	209,9	182,4	161,2	168,4	138,4	122	107,3	117,9	13
Lluta	01211006-5	376.763	7.965.137	290	S	8	1548	2519	1939	180,9	202,5	225,1	245,2	217,9	219,3	168,8	136,1	100,9	104,8	11
Azapa	01310019-5	382.124	7.952.260	350	V	27	1541	3143	2548	222,5	242,4	262,6	297,7	254,3	247,1	199,2	179,2	149,6	143,3	160
Aeródromo El Buitre	01310022-5	360.996	7.953.962	30	V	14	2026	3200	2654	218,4	252,7	299,5	311	288,3	276,3	215,3	184	148,2	143,6	154

Estado. V: Vigente; S: Suspendida

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

✓ Balance hídrico

A partir de los datos promedios mensuales de precipitación y evaporación en el área de estudio, se presenta a continuación el balance hídrico del suelo que da cuenta de que durante todo el año, no se producen infiltraciones en el terreno del sector del área del proyecto a consecuencia de los resultados mensuales de este balance. Esto, a excepción de eventos extremos de precipitación, los cuales se analizan en el siguiente apartado del informe. Este balance es válido solamente para las áreas del rajo e infraestructura minera donde hay una escasa cobertura vegetal y la no existencia de niveles acuíferos cercanos.

Un balance hídrico consiste en establecer una igualdad entre las entradas y salidas de agua en una zona concreta, en este caso, el suelo, cuya ecuación general esta dada por:

$$A = ETR + I \pm DS$$

Donde:

<i>A</i>	=	Aportaciones o ingresos de agua (precipitación + riego)
<i>ETR</i>	=	Evapotranspiración real (evapotranspiración y evaporación -EV-)
<i>I</i>	=	Salidas o gastos de agua (infiltración/bombeos)
<i>DS</i>	=	Incremento o descenso de la reserva de agua del sistema

Así se tiene que:

$$\text{Precipitación} + \text{Riego} = ETR + EV + \text{Infiltración} + \text{Bombeos}$$

De acuerdo a los antecedentes que se tienen del área de estudio, en el sector existe una escasa cobertura vegetal, por lo que el parámetro correspondiente a la Evapotranspiración tiene una relevancia muy escasa en este balance. El riego y los bombeos en este caso son nulos. Con esto, la fórmula queda dada por:

$$\text{Precipitación} = EV + \text{Infiltración}$$

Este balance puede realizarse para el área de estudio a partir de los datos disponibles de las estaciones meteorológicas pertenecientes a la DGA más cercanas al área del proyecto, Alcérreca y Putre, la primera que dispone de datos de precipitación, y la segunda de datos de precipitación y evaporación (ver Tabla 2-27 y Tabla 2-28).

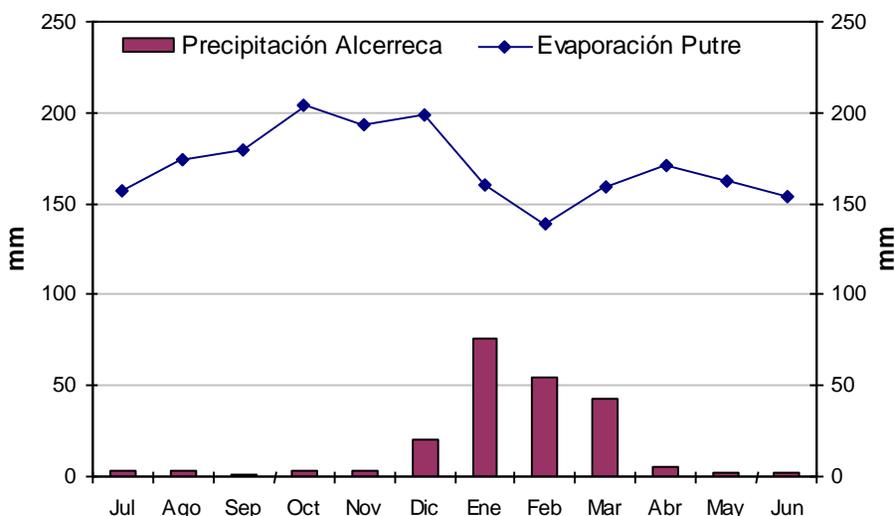
Así, el balance hídrico se ha realizado tomando los valores medios mensuales de Precipitación de la estación Alcérreca más cercana al área de estudio y la Evaporación de la estación de Putre. En la Tabla siguiente se muestra el cálculo realizado para todos los meses del año, obteniendo siempre un resultado del balance negativo. Esto indica que la precipitación media mensual no llega a infiltrar en el suelo y menos aún hacia niveles más profundos del terreno.

Tabla 2-29. Cálculo del balance hídrico del suelo

	Valores medios mensuales (mm)											
	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Precipitación Alcerreca	3	3	1	3	3	20	76	55	43	5	2	2
Evaporación Putre	157	175	180	204	193	199	160	139	159	171	162	154
BALANCE	-154	-172	-179	-201	-190	-179	-84	-84	-116	-166	-160	-152

Este balance indica por lo tanto que existe un déficit de infiltración para todos los meses del año, ya que los valores de evaporación se encuentran muy por sobre los valores de precipitación como se indica en la Figura siguiente.

Figura 2-54 Balance hídrico: Precipitación y Evaporación Media Mensual en área de estudio



- Precipitaciones máximas

A continuación se realiza un análisis probabilístico de la ocurrencia de eventos de altas precipitaciones a partir de los registros en la estación Alcérreca de la DGA, ubicada a menos de 10 km del área de estudio (Figura siguiente), la cual presenta una precipitación media anual de 194 mm, que se concentra casi en su totalidad en los meses de verano (diciembre a marzo) (Tabla 2-27).

Para efectuar el análisis correspondiente de ocurrencia de eventos extremos de precipitación que sí podrían producir algún grado de infiltración hacia el subsuelo, se adquirió a la DGA la estadística disponible de las precipitaciones máximas anuales en 24 horas de duración, cuya información original se muestra en la Tabla 2-30.

En la Figura siguiente se muestra en forma gráfica las precipitaciones máximas anuales entre 1975 y 2010, donde se observa que en general están muy concentradas entre lluvias de 10 y 30 mm, con sólo

dos eventos de precipitación muy altas y fuera de lo normal, de 53 mm en marzo de 1995 y de 72 mm en febrero de 1989.

Con la información de precipitación máxima anual en 24 horas, se realizó un análisis de frecuencia por 5 métodos diferentes, cuyo resultado completo se resume en la Tabla 2-31.

Figura 2-55 Precipitación Máxima Anual 24 Horas en Alcérreca

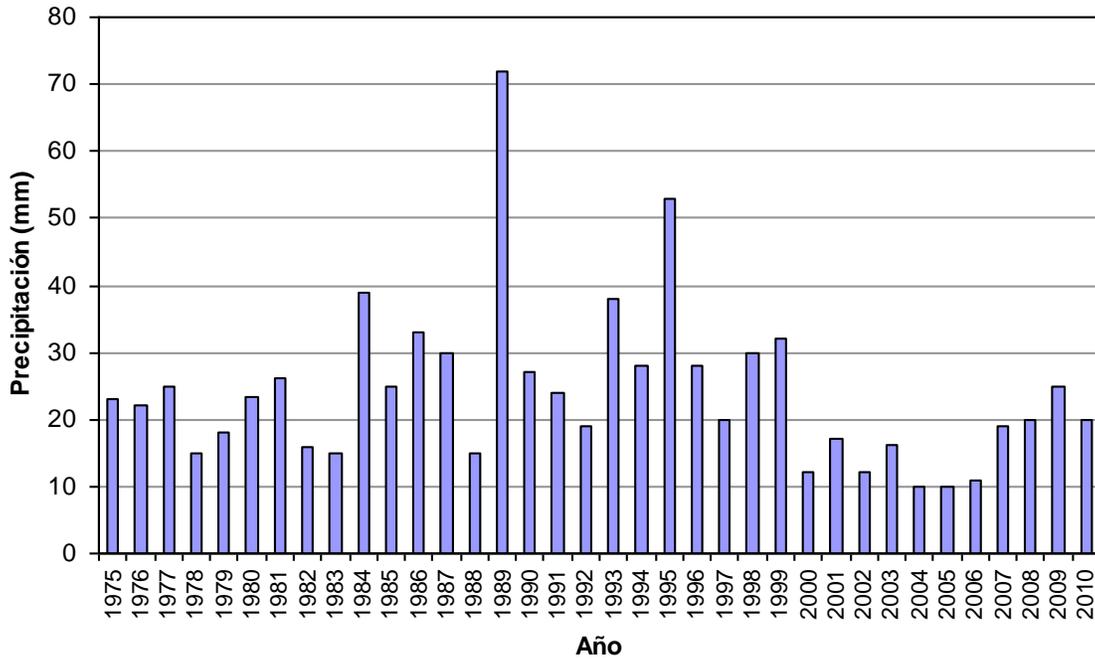


Tabla 2-30. Precipitaciones Máximas 24 Horas en Alcérreca

Año	Fecha	Pmax (mm)
1975	19/01	23.0
1976	17/01	22.0
1977	21/12	25.0
1978	27/01	15.0
1979	27/12	18.0
1980	18/03	23.5
1981	27/12	26.0
1982	02/03	16.0
1983	05/01	15.0
1984	12/02	39.0
1985	22/02	25.0
1986	10/02	33.0
1987	21/01	30.0
1988	26/01	15.0
1989	08/02	72.0
1990	10/03	27.0
1991	09/03	24.0
1992	24/12	19.0
1993	09/08	38.0
1994	11/12	28.0
1995	15/03	53.0
1996	23/01	28.0
1997	06/01	20.0
1998	24/06	30.0
1999	22/01	32.0
2000	20/01	12.0
2001	19/02	17.0
2002	03/07	12.0
2003	21/03	16.1
2004	12/02	10.0
2005	20/02	10.0
2006	26/01	11.0
2007	09/01	19.0
2008	22/03	20.0
2009	02/03	25.0
2010	24/01	20.0
Promedio		24.1
Pp Max Registro		72.0
Pp Min Registro		10.0
Nº Datos		36

Tabla 2-31. Análisis Frecuencia Precipitación Máxima 24 Horas

Prob Exced %	Periodo Retorno años	Precipitación Anual (mm)				
		Distrib. Normal	Distrib. Log-Normal	Distrib. Pearson	Distrib. Log-Pearson	Distrib. Gumbel
1	100	52.6	61.0	68.8	69	68.0
5	20	44.3	45.1	48.3	47	50.4
10	10	39.8	38.4	39.7	39	42.6
25	4	32.4	29.4	28.7	29	31.8
50	2	24.1	21.8	20.4	21.2	22.3
70	1.4	17.7	17.3	16.4	17.0	16.3
85	1.2	11.4	13.8	14.1	13.9	11.4
95	1.1	4.0	10.6	12.7	11	6.4
χ^2 (calculado)		15.8	2.1	3.2	2.7	2.7
$\chi^2(0,05)$		6.0	6.0	3.8	3.8	6.0

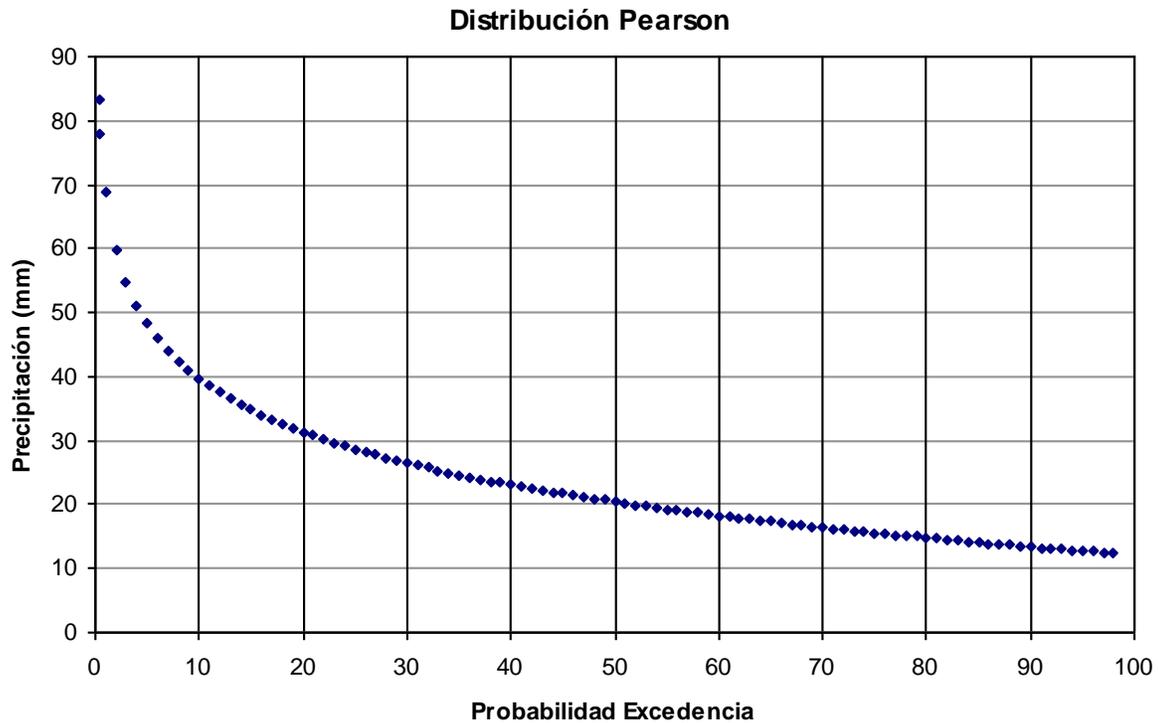
La bondad del ajuste de cada análisis se realiza con el test de Chi-cuadrado (χ^2), que arrojó rechazado para la distribución Normal. De las otras 4 distribuciones, se eligió la Pearson, que arrojó un mejor test y además es recomendada para eventos extremos. Entonces, la probabilidad de excedencia o periodo de retorno adoptado para la serie de precipitaciones máximas es la siguiente:

Tabla 2-32. Probabilidad Excedencia y Periodo Retorno para una Precipitación Máxima 24 Horas

Probabilidad Excedencia %	Periodo Retorno años	Precipitación Max. 24h (mm)
1	100	68.8
5	20	48.3
10	10	39.7
25	4	28.7
50	2	20.4
70	1.4	16.4
85	1.2	14.1
95	1.1	12.7

En la Figura siguiente se ha graficado el ajuste de probabilidades adoptado (Pearson).

Figura 2-56 Probabilidad Excedencia Precipitación Máxima 24 Horas.



Como ya comentamos, si consideramos como precipitaciones extremadamente altas las que han ocurrido sólo en dos ocasiones en los 36 años de registro y que superan los 40 mm en 24 horas, podemos afirmar que la probabilidad de ocurrencia de un evento de lluvia extrema (sobre 40 mm) tiene un 10% de probabilidad de ocurrencia con un periodo de retorno de 10 años.

Considerando que los eventos extremos anuales alcanzan en promedio 24,1 mm, la probabilidad que en un año se produzca un evento de lluvia que sea superior a la media de los eventos máximos de precipitación en 24 horas es de un 37%, que equivale a un periodo de retorno de 2,7 años.

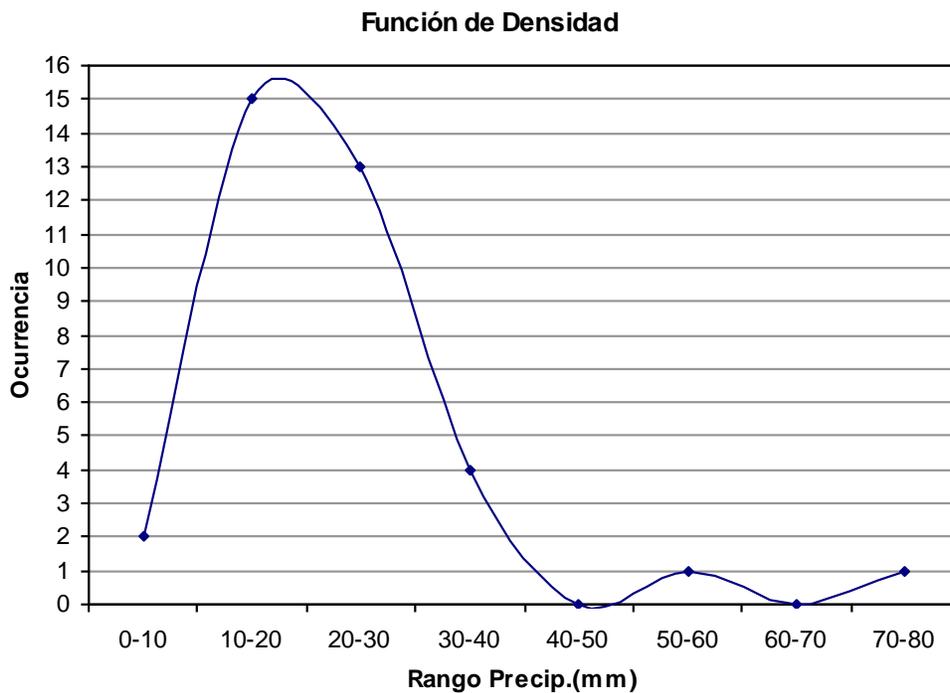
La probabilidad que se produzca un evento de lluvia igual o superior a la máxima registrada (72 mm) es de un 0,8%, que equivale a un periodo de retorno de aproximadamente 120 años.

Se realizó además un análisis de ocurrencia de eventos extremos de precipitación por rangos de 10 mm, que se muestran en la Tabla siguiente y en la Figura siguiente.

Tabla 2-33 Frecuencia de Ocurrencia de Precipitación Máxima

Rango (mm)	Ocurrencia	
	Nº Eventos	%
0-10	2	6%
10-20	15	42%
20-30	13	36%
30-40	4	11%
40-50	0	0%
50-60	1	3%
60-70	0	0%
70-80	1	3%

Figura 2-57 Frecuencia de Ocurrencia de Precipitación Máxima



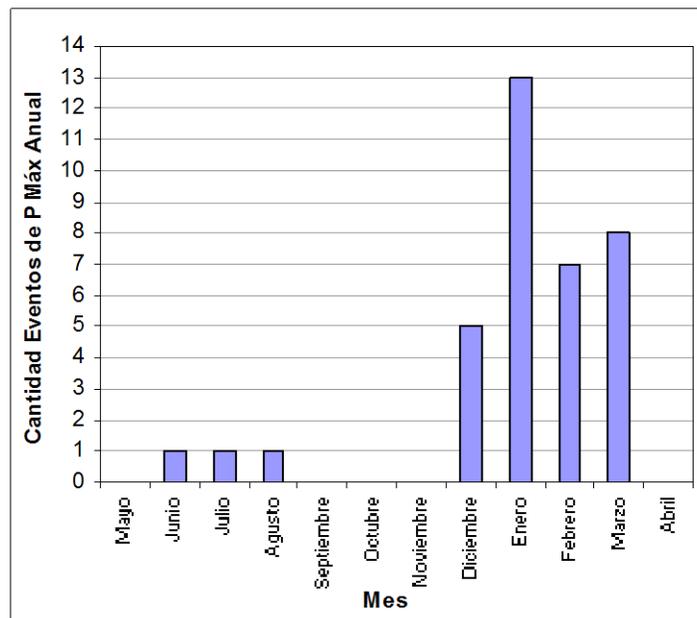
De lo anterior se observa una gran concentración de los eventos de precipitación máxima anual entre el rango de 10 a 30 mm, que concentran el 78% de los eventos. Sólo un 17% de los años presentan eventos extremos sobre 30 mm y sólo un 6% sobre los 40 mm.

También se realizó un análisis en cuanto a los meses del año que se producen las lluvias extremas, lo que se muestra en la Tabla y en la Figura siguientes.

Tabla 2-34. Eventos de Precipitación Máxima Anual por Mes

Mes	Nº Pmax Anual	%
Mayo	0	0%
Junio	1	3%
Julio	1	3%
Agosto	1	3%
Septiembre	0	0%
Octubre	0	0%
Noviembre	0	0%
Diciembre	5	14%
Enero	13	36%
Febrero	7	19%
Marzo	8	22%
Abril	0	0%

Figura 2-58 Eventos de Precipitación Máxima Anual por Mes



Se observa que casi la totalidad de las lluvias extremas se producen en los meses de verano (diciembre a marzo), que concentran el 92% de estas lluvias, siendo el mes de enero donde se producen con mayor frecuencia los eventos de lluvias máximas del año.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Comentarios:

- ✓ Del análisis realizado de las altas precipitaciones en la estación Alcérreca, basada en la estadística de precipitaciones máximas anuales de 24 horas de duración, podemos comentar lo siguiente:
- ✓ Los eventos de precipitaciones máximas anuales se producen, salvo escasas excepciones, en los meses de verano, de diciembre a marzo.
- ✓ La gran mayoría de las precipitaciones máximas anuales se concentran entre los 10 y 30 mm (78%) y sólo un 6% (dos eventos en 36 años) han superado los 40 mm.
- ✓ El evento de mayor precipitación registrado es de 72 mm, y la probabilidad de ocurrencia de un evento igual o superior a este es de un 0,8 %, equivalente a un periodo de retorno de unos 120 años.
- ✓ Los eventos extremos anuales alcanzan en promedio 24,1 mm y la probabilidad que en un año se produzca un evento de lluvia superior a este promedio es de un 37%, que equivale a un periodo de retorno de 2,7 años.
- ✓ Si consideramos como precipitaciones extremadamente altas las que han ocurrido sólo en dos ocasiones en los 36 años de registro y que superan los 40 mm en 24 horas, podemos afirmar que la probabilidad de ocurrencia de un evento de lluvia extremo (sobre 40 mm) tiene un 10% de probabilidad de ocurrencia con un periodo de retorno de 10 años.
- ✓ Estos valores indican que incluso estos eventos extremos, que ocurren cada ciertos años en el área, generan mínimas infiltraciones hacia el subsuelo que no permiten hablar de una recarga anual en profundidad de aguas subterráneas.
- ✓ Las instalaciones mineras del proyecto (piscina de agua cruda, piscina de aguas fresas, piscina de proceso y depósito de lamas) presentarán una capacidad libre capaz de llenarse con estos eventos de lluvia sin rebalsar.
- ✓ En el entorno de estas instalaciones, las canaletas actuarán además como drenes de estos eventos de lluvias extremas, recogiénolas y transportándolas hacia el depósito de lamas.

• **Fluviometría**

En el área del Proyecto “Manganeso Los Pumas”, el Río Lluta recibe las aguas del río Colpitas, alimentado en parte por la quebrada Allane. El Río Lluta antes de recibir las aguas desde el río Colpitas, se denomina también Río Caracarani.

Para el sector del Proyecto se han identificado datos de monitoreo de dos estaciones fluviométricas: (i) Río Colpitas en Alcérreca; y, (ii) Río Lluta en Alcérreca. Para cada una de estas estaciones (Tabla

2-35) se han elaborado gráficos de los promedios mensuales (Figura 2-59), donde se aprecia que existe una estacionalidad muy marcada, con mayores caudales durante los meses de enero, febrero y marzo, lo cual se correlaciona muy bien con los meses en que se producen mayores precipitaciones, cuando además los caudales de los deshielos son mayores.

El río Colpitas presenta un caudal promedio anual de un 25% del caudal promedio del río Lluta.

Tabla 2-35. Características y datos de las estaciones fluviométricas DGA cercanas al área de estudio.

Cód. BNA	Estación Fluviométrica	UTM (PSAD 1956)		Altitud [msnm]	Años de Registro	Mínimo	Máximo	Promedio
		Este	Norte					
01201001-K	Río Colpitas en Alcérreca	433.779	8.010.578	3.630	40	0,26	0,81	0,52
01201003-6	Río Lluta en Alcérreca	433.347	8.010.167	3.585	44	0,93	7,38	2,08

Estación Fluviométrica	Caudal medio mensual (m ³ /s) en las estaciones seleccionadas.											
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Río Colpitas en Alcerreca	0,38	0,39	0,43	0,69	0,92	0,76	0,54	0,45	0,45	0,45	0,43	0,39
Río Lluta en Alcerreca	1,13	1,08	1,28	3,04	4,69	3,44	1,72	1,48	1,52	1,48	1,37	1,35

Figura 2-59 Caudal promedio mensual en m³/s de las estaciones fluviométricas de la cuenca hidrográfica del Lluta.

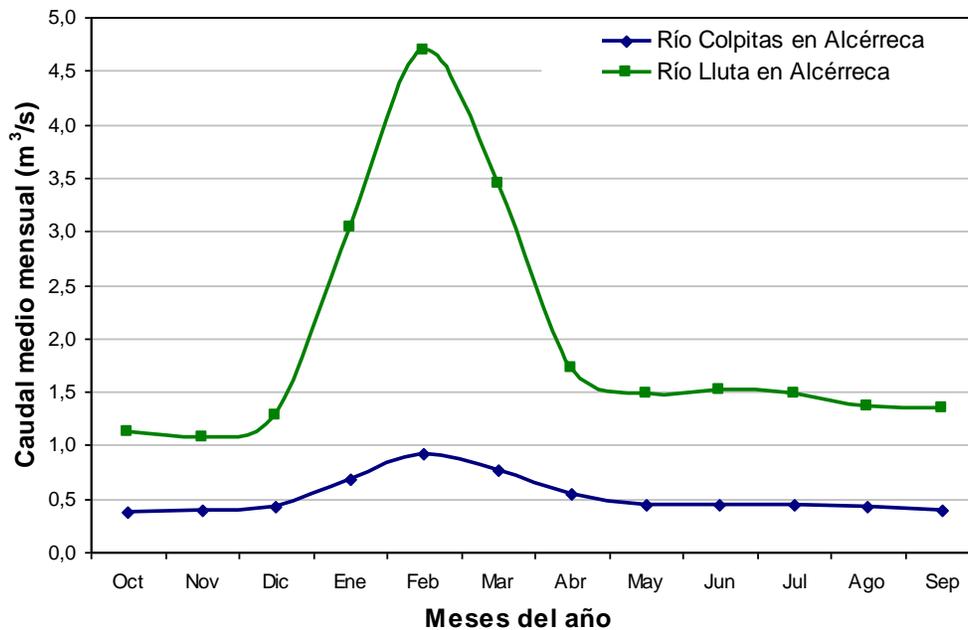
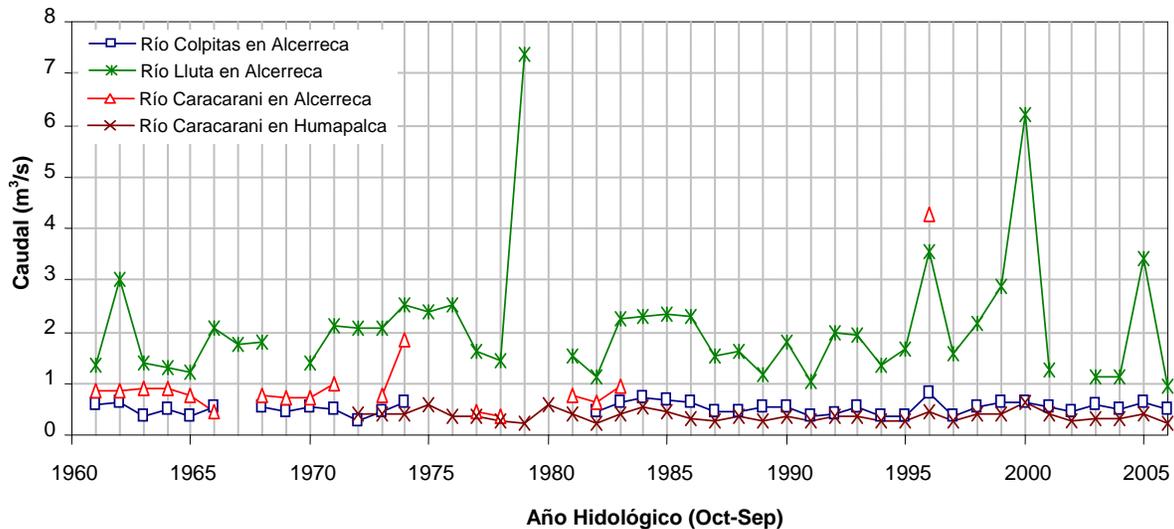


Figura 2-60 Caudal Medios Anuales de algunas estaciones fluviométricas del área.



HIDROGEOLOGIA

Unidades hidrogeológicas

A continuación se exponen interpretaciones generales relativas a la geometría local y estimaciones de rangos de conductividad hidráulica para cada una de las unidades geológicas previamente definidas. Los perfiles A-A' y B-B' (Figura 2-61 y Figura 2-62) muestran interpretaciones relativas a la disposición de las unidades geológicas presentes en el Área Proyecto e implicancias hidrogeológicas.

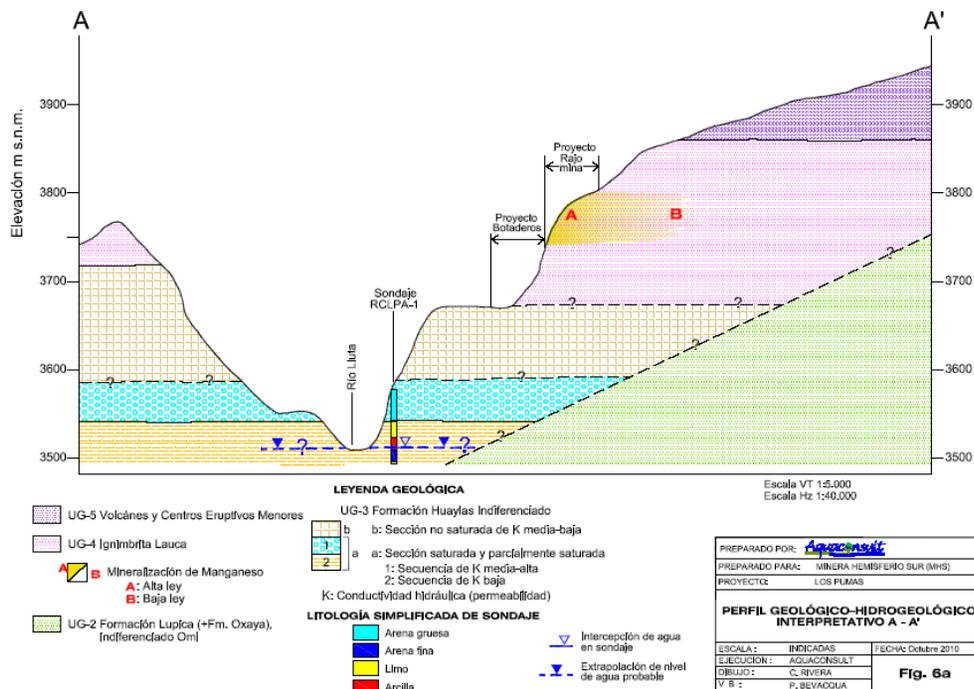
Basamento Mesozoico (UG-1)

El Basamento Mesozoico no aflora en el Área Proyecto; las rocas más cercanas se localizan unos 6 km al sur -a una cota de aproximadamente 3.250 msnm donde su presencia se extiende ampliamente a lo largo del valle del Río Lluta aguas abajo. En consecuencia, no se conoce la profundidad a la cual se emplaza esta unidad en el Área Proyecto. En este sector, es altamente probable que su geometría se encuentre fuertemente controlada por la presencia de un sistema estructural de escala regional: la Falla Copaquilla-Tignamar. Esta falla presenta una exposición a lo largo de más de 70 km, hasta alcanzar -por el norte- el Área Proyecto (Figura 2-47), en la afluencia de la Quebrada Puxuma en el Río Lluta. Su trazo NNW-SSE en el Área Proyecto y su carácter inverso, generaría el alzamiento del bloque oeste, en el cual se halla el Área Proyecto.

En el caso que el Basamento Mesozoico estuviese situado en el Área Proyecto a la misma cota que los afloramientos más cercanos, entonces su techo se localizaría a unos 420 m bajo los Botaderos (los cuales tienen una cota aproximada, 3.670 msnm); sin embargo, es probable que la Falla Copaquilla-Tignamar genera un alzamiento de esta unidad disponiendo su techo a una elevación significativamente superior.

La conductividad hidráulica (K) primaria de estas rocas es estimada como baja a muy baja, del orden de 10^{-9} a 10^{-5} m/día. Permeabilidades secundarias de distribución muy local, provocadas por fallas y fracturas, pueden generar rangos probables de 10^{-5} a 1 m/día (Sanders, 1998); sin embargo esta es una condición muy poco frecuente. Para efectos prácticos esta unidad puede considerarse como impermeable y, por lo tanto, no presenta condiciones para generar acuíferos.

Figura 2-61 Perfil Geológico-Hidrogeológico interpretativo A-A' (extraído y modificado de Aquaconsult, 2010)



Formación Lupica (UG-2)

Los afloramientos de la Formación Lupica se emplazan en el sector sur del Área Proyecto a una cota mínima de aproximadamente 3.500 msnm, específicamente en el sector de afluencia de la Quebrada Puxuma en el valle del Río Lluta; su cota mayor alcanza unos 3.950 msnm en la parte alta de la Qda. Puxuma. Al igual que lo descrito para la UG-1, esta geometría de los afloramientos de la UG-2 permite suponer un alzamiento provocado por la Falla Copaquilla-Tignamar. Por lo tanto, es altamente probable que -en el Área Proyecto- el techo de la UG-2 se sitúa a una profundidad de entre aproximadamente 180 y 250 m (Figura 2-61).

La UG-2 presenta una amplia variedad litológica; sin embargo, los afloramientos más cercanos al Área Proyecto están compuestos por rocas sedimentarias, principalmente correspondientes a areniscas y fangolitas, con intercalaciones volcánicas; pertenecen a las partes media y superior de la Formación Lupica. Los afloramientos señalados permiten suponer una conductividad hidráulica (K) baja, estimativamente en el orden de 10^{-5} a 10^{-1} m/día; localmente (al igual que para la UG-1) pueden presentarse valores más altos condicionado por altos grados de fracturamiento. Su potencialidad

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

como albergante de acuíferos en el Área Proyecto es muy baja a nula, debido a su alto grado de cementación y compactación.

Formación Huaylas (UG-3)

La Formación Huaylas (UG-3) presenta una amplia distribución en el Área Proyecto, donde se emplazan inmediatamente bajo la Ignimbrita Lauca. Ha sido observada tanto en los sondajes de prospección minera construidos en las áreas elevadas, como en los afloramientos del escarpe de la quebrada del Río Lluta que bordea el Área Proyecto.

Los sondajes construidos en el área del rajo e infraestructura minera (de máximo 60 m de profundidad) cuya localización se muestra en la Figura 2-49 no han interceptado aguas subterráneas en esta unidad geológica en este sector.

Los sondajes describen una secuencia subhorizontal compuesta por sedimentos finos correspondientes a limos y arcillas con intercalaciones de arenas finas y un estrato de diatomita en la parte superior; el espesor de esta secuencia de sedimentos finos ha sido descrita en unos 30 m (Igor Collado, geólogo MHS, comunicación verbal). Bajo los primeros 30 m se alternan estratos de limos y arenas, predominantemente finos, hasta completar un espesor de unos 80 m. Esta parte de la secuencia no evidencia presencia de agua. Más abajo se extiende una secuencia de unos 50 a 70 m de espesor formada principalmente por arenas gruesas, parcialmente saturadas, descritas mediante los sondajes RCLPA-1 y RCLP-2 ubicados, el primero, unos 70 m más arriba del fondo de la quebrada del río Lluta y 90 m más abajo de la cota más baja del emplazamiento de los botaderos y el segundo, en el fondo de la quebrada del río Lluta (Figura 2-48 y Figura 2-61). A mayor profundidad, ambos sondajes describen una nueva secuencia predominantemente formada por sedimentos finos, aparentemente saturados (según la recuperación del material sedimentario en el momento de la perforación).

El bajo grado de cementación y paquetes con matriz arenosa genera un amplio rango de conductividad hidráulica (K), estimada entre 10^{-2} y 10^2 m/día. Considerando la sección expuesta entre la Ignimbrita Lauca y el lecho del Río Lluta, se concluye la presencia de tres unidades definidas en base a la estimación de sus K y la presencia o ausencia de saturación (Figura 2-61) determinada durante la perforación de los sondajes RCLPA-1 y RCLP-2. Bajo una cota cercana al Río Lluta se puede sospechar entonces la posible presencia de un acuífero en esta unidad, relacionado con el mismo río.

Ignimbrita Lauca (UG-4)

La Ignimbrita Lauca (UG-4) se emplaza estratigráficamente sobre la Formación Huaylas (UG-3) y bajo la unidad Volcanes y Centros Eruptivos Menores (UG-5). Posee una amplia presencia en el Área Proyecto, siendo la roca caja principal de la mineralización de Manganeso del yacimiento del proyecto. En el sector proyectado para el rajo de la mina tiene profundidades entre los 50 y 130 m, mientras que en el área de los botaderos va de 0 a 50 m.

Tanto la unidad en general como específicamente en el Área Proyecto, su litología corresponde esencialmente a tobas soldadas. Los numerosos sondajes del Proyecto “Manganeso Los Pumas”, los cuales presentan profundidades máximas de 60 m, tampoco han interceptado aguas subterráneas en esta unidad geológica. Por lo tanto, puede suponerse la inexistencia de niveles de saturación en esta unidad.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Su conductividad hidráulica se estima -en base a la observación de las rocas aflorantes- en 10^{-3} a 1 m/día. En el Área Proyecto, la Ignimbrita Lauca se localiza en una posición topográfica muy por encima de posibles niveles de agua subterránea.

Volcanes y Centros Eruptivos Menores (UG-5)

La unidad de Volcanes y Centros Eruptivos Menores (UG-5) tiene una amplia presencia en el Área Proyecto. Se dispone estratigráficamente sobre la Ignimbrita Lauca -por lo tanto se sitúa en general a mayor cota- extendiéndose hacia el este.

Esta unidad no presenta otras formaciones sobreyacientes. Son rocas de edad relativamente recientes; su composición corresponde a rocas volcánicas y subvolcánicas. Sus permeabilidades primarias se califican estimativamente como bajas a medias (10^{-2} a 1 y 1 a 10^1 m/día respectivamente). Sin embargo, es característico que la permeabilidad secundaria -en parte provocada por fracturas de diaclasamiento del proceso de enfriamiento- sea significativamente mayor, estimativamente en el rango de una permeabilidad media a alta (1 a 10^1 y 10^1 a 10^2 m/día).

Los sondeos de exploración minera tampoco interceptaron agua en la UG-5; además su posición topográfica elevada respecto a las demás unidades en que tampoco se identificaron niveles de saturación indica que en el área del proyecto esta unidad no presenta condiciones favorables para la formación de acuíferos.

Depósitos no consolidados (UG-6)

Los depósitos no consolidados presentan permeabilidades únicamente de carácter primaria (debido a su condición de “no consolidado” y la consecuente inexistencia de fracturas), con un rango muy amplio de valores condicionado por la variedad de empaques y granulometrías. En el Área Proyecto, los depósitos no consolidados poseen muy escasa presencia, sumado a espesores estimados de hasta sólo unos 3 m. Son de carácter coluvial y aluvial. Por lo tanto, se puede descartar la presencia de acuíferos intergranulares en el Área Proyecto.

Fuera del Área Proyecto, en la sección del Río Lluta dispuesta inmediatamente al oeste, los depósitos fluviales también poseen espesores estimados en hasta unos 3 m, condicionados por la estrecha garganta labrada por el río. Este tipo de depósitos fluviales pueden generar acuíferos pequeños, hidráulicamente conectados con los cauces superficiales. En la cercanía del Proyecto, estos depósitos poseen una geometría (extensión horizontal y espesor) excesivamente limitada para crear acuíferos.

Vulnerabilidad de acuífero

A pesar de que debajo del área del proyecto no se han reconocido acuíferos propiamente como tal (a partir del análisis y descripción de las distintas unidades geológicas e hidrogeológicas en el área) ni tampoco a partir de las perforaciones mineras realizadas en el sector del proyecto, en este apartado se calcula la vulnerabilidad de acuífero para las aguas detectadas en los sondeos RCLPA-1 y RCLP-2 ubicados en el cauce y ladera del río Lluta, los cuales detectaron horizontes saturados de humedad en el momento de su perforación y que podrían indicar la existencia de un acuífero más menos extenso o acotado a los depósitos de la unidad UG-3a (Figura 2-61).

Este cálculo de vulnerabilidad de acuífero se ha realizado siguiendo el “Manual para la aplicación del concepto de vulnerabilidad de acuíferos establecidos en la norma de emisión de residuos líquidos a agua subterráneas” generado por la Dirección General de Aguas para dar respuesta al Decreto Supremo nº 46 de 2002.

En las siguientes Tabla 2-36 y Tabla 2-37 se presentan los resultados generales de los análisis de vulnerabilidad de acuífero calculados para las aguas detectadas en los sondajes RCLPA-1 y RCPLA-2. Los cálculos se han realizado para las infraestructuras mineras proyectadas más cercanas a cada uno de los sondajes, de manera que esta vulnerabilidad será siempre menor desde las infraestructuras más alejadas. Para el sondaje RCLPA-1 se ha considerado el emplazamiento de los botaderos como la infraestructura más cercana, el cual se encuentra a una cota aproximada de 3675 msnm sobre la unidad UG-3. Para el sondaje RCPLA-2 es el área del rajo mina el considerado más cercano, ubicado desde los 3725 msnm sobre en la unidad UG-4.

En ambos casos la vulnerabilidad de acuífero calculada es Baja considerando distintos escenarios más o menos conservadores en cuanto a los puntajes otorgados a las distintas litologías de la zona no saturada para el cálculo de su efectividad generalizada de protección.

Para la evaluación de la vulnerabilidad del acuífero para las aguas detectadas por el sondaje RCLPA-1, se realizaron los cálculos interpretando los datos geológicos (litología, fracturas, potencias, etc.) en tres escenarios posibles: realista, optimista y pesimista. Lo que se intenta hacer con esto es dar una seguridad en cuanto al conocimiento de la vulnerabilidad del acuífero, al asignar un puntaje para el peor de los casos y verificar como varía la vulnerabilidad considerando estos tres casos.

Tabla 2-36. Resultados de análisis de Vulnerabilidad de acuífero para la profundidad del agua detectada en el sondaje RCLPA-1.

Sondaje RCLPA-1	Puntaje de Efectividad (Pt)	Efectividad Generalizada de protección	Vulnerabilidad de Acuífero	Tiempo de residencia
Escenario realista	376.039	Muy Alta	Baja	> 25 años
Escenario optimista	268.006	Muy Alta	Baja	> 25 años
Escenario pesimista	322.022	Muy Alta	Baja	> 25 años

Tabla 2-37 Resultados de análisis de Vulnerabilidad de acuífero para la profundidad del agua detectada en el sondaje RCLPA-2.

Sondaje RCLPA-2	Puntaje de Efectividad (Pt)	Efectividad Generalizada de protección	Vulnerabilidad de Acuífero	Tiempo de residencia
Escenario realista	999.307	Muy Alta	Baja	> 25 años
Escenario optimista	833.102	Muy Alta	Baja	> 25 años
Escenario pesimista	866.343	Muy Alta	Baja	> 25 años

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

En el escenario realista se consideró que no había información litológica y geotécnica precisa, más allá de la proporcionada por la bibliografía, por lo que se consideró para la unidad UG-3 Formación Huaylas una litología de roca no consolidada, de tipo Arena, según la descripción estratigráfica detallada en este informe. Para el escenario optimista, según la descripción general de la Fm. Huaylas, se consideraron estos niveles superiores de la secuencia en estudio, como roca consolidada, del tipo calizas. Por último, en el peor escenario se consideraron los niveles superiores como roca no consolidada de tipo grava, de alta permeabilidad.

Al igual que en el caso anterior, para la evaluación de la vulnerabilidad del acuífero para las aguas detectadas por el sondaje RCLPA-2, se realizaron los cálculos basándose en los mismos tres escenarios, realista, pesimista y optimista, según las distintas interpretaciones anteriormente descritas para la litología de la formación Huaylas subyacente a la unidad Ignimbrita Lauca.

Los resultados obtenidos, indican que un eventual derrame de aguas desde cualquiera de los depósitos del proyecto (piscina aguas claras, aguas frescas, depósito de lamas, etc.) tendría un impacto casi nulo hacia la hidrogeología del área, por un lado, por no existir acuíferos inmediatamente debajo del área del rajo e infraestructura minera y por el otro por encontrarse a más de 140 metros de profundidad las aguas detectadas en los sondajes ubicados cerca del cauce del río Lluta.

CALIDAD DEL AGUA

- **Cuenca del Río Lluta**

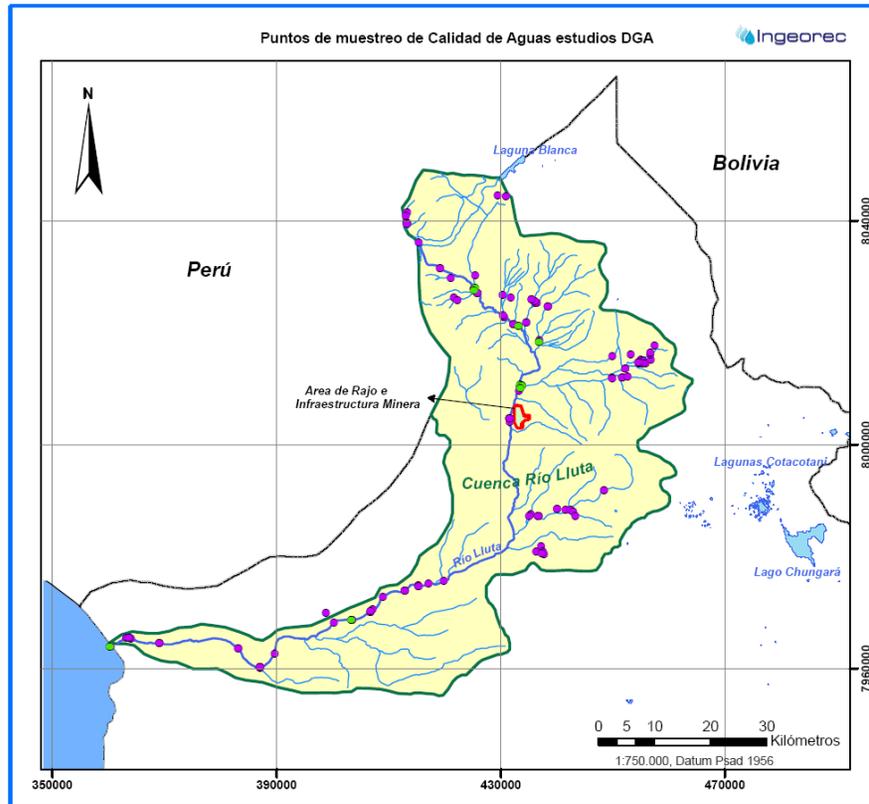
Para la definición de la calidad de las aguas del río Lluta aguas arriba y aguas abajo del área del proyecto existen dos estudios importantes que abarcan la totalidad de la cuenca del río Lluta y que contienen numerosos análisis químicos de calidad de las aguas del río Lluta y sus tributarios. Estos estudios son los siguientes:

Evaluación preliminar de alternativas de mitigación de contaminantes en el río Lluta a partir de una caracterización de las fuentes de contaminación. DICTUC-DGA (2008). Departamento de Estudios y Planificación. S.I.T. N° 153, 203 pp.

Estudio de calidad de aguas cuenca del río Lluta. DICTUC-DGA (2009). Departamento de Conservación y Protección del Recursos Hídricos. S.I.T. N° 173, 47 pp.

En la Figura 2-62 se muestra la ubicación de todos los puntos de muestreo de calidad de aguas que están incluidos en estos dos estudios. En color morado se representan los puntos de muestreo del primer estudio y en color verde, los del segundo.

Figura 2-62 Puntos de muestreo de calidad de aguas en la cuenca del río Lluta de los estudios de la DGA citados en el presente informe.



Como conclusiones generales estos estudios indican que la calidad del río Lluta y de sus afluentes principales –Río Colpitas y Río Azufre- tiene diferentes problemas por el pH, alta salinidad y altas concentraciones de arsénico y boro, lo que se atribuye a las características geológicas de la cuenca, principalmente asociadas al Volcán Tacora que aporta metales, sales y acidez al río Azufre; y a los afloramientos hidrotermales –denominados “borateras”- ubicados en la Quebrada de Colpitas y que aportan mayormente boro, arsénico e iones.

Además, en términos generales se destaca que existe un acotado efecto de dilución de las precipitaciones estivales, a pesar de que sí existen disminuciones de los contenidos de sales asociados a las precipitaciones pero con efectos localizados temporalmente. Las aguas de la Quebrada Allane se definen como de buena calidad.

Como antecedente de la variabilidad que puede presentar el valor de la Conductividad en la estación DGA de Lluta en Alcérreca, se presentan a continuación distintos gráficos (Figura 2-63 y Figura 2-64) de distintos períodos de tiempo, que muestran la variación de este parámetro en función de la Precipitación acumulada, Precipitación instantánea y Caudal del río.

Figura 2-63 Precipitación, caudal y conductividad media diaria para un período del verano 2001-2002 en la estación Lluta en Alcérreca.

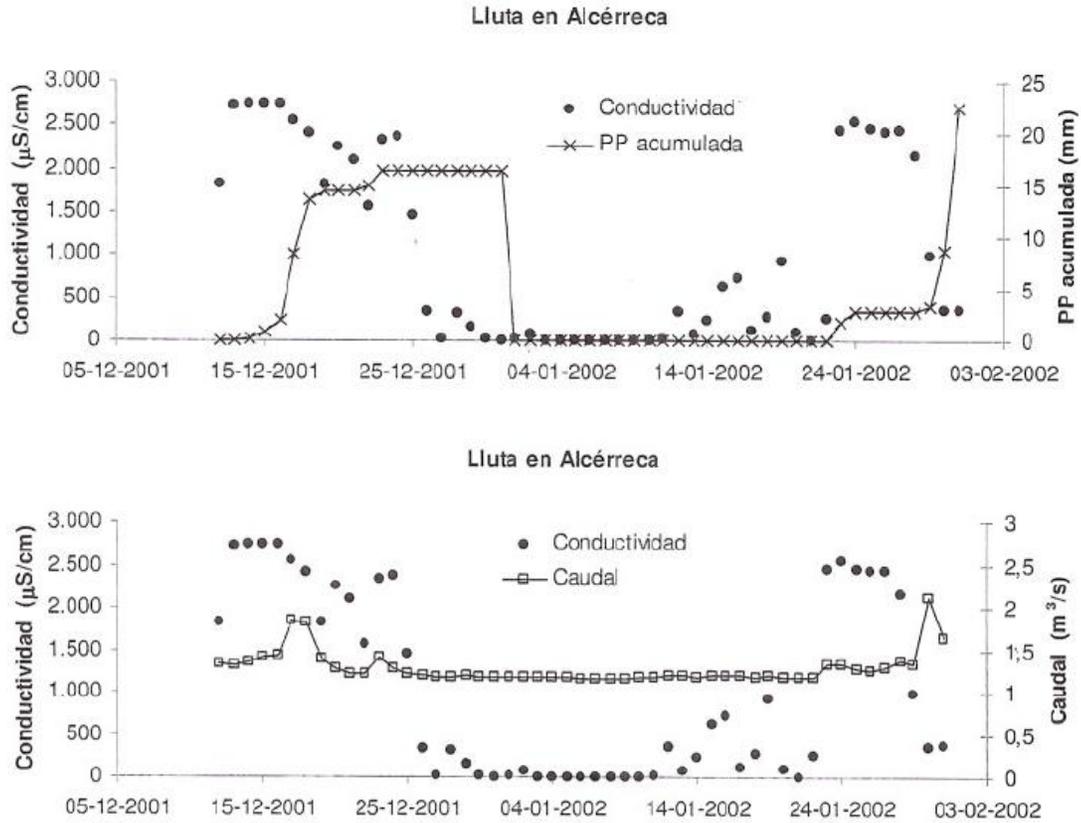
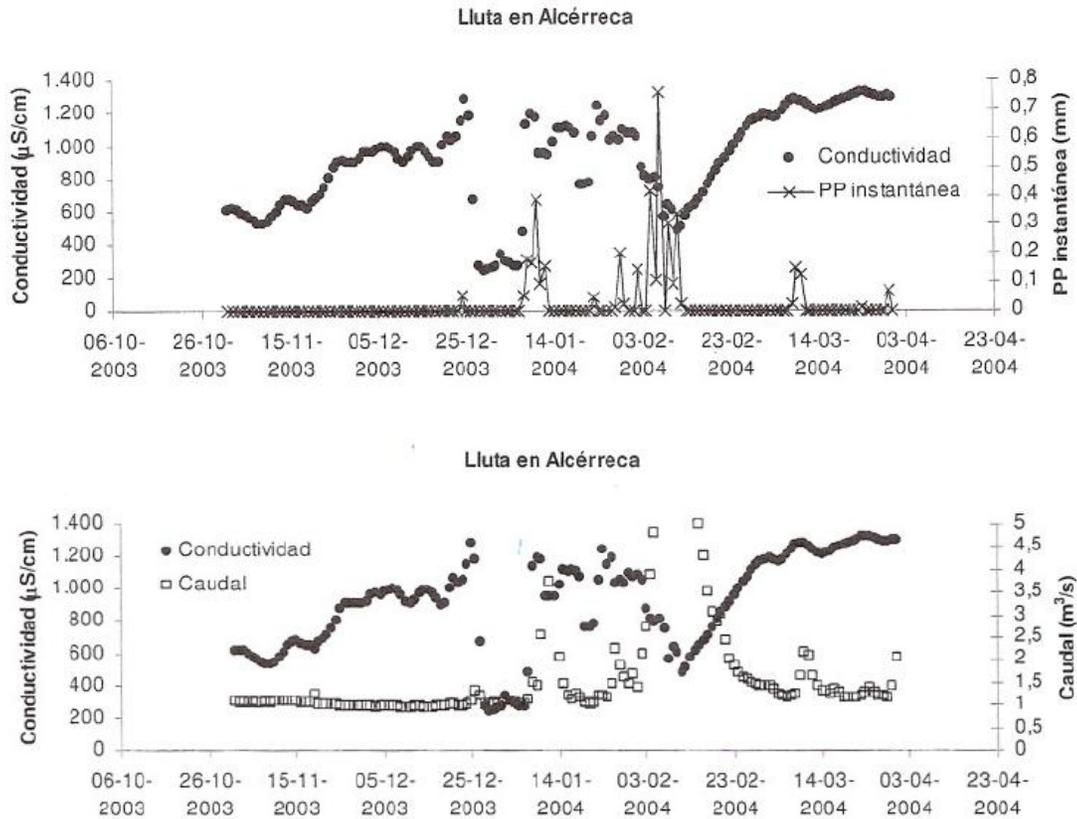


Figura 2-64 Precipitación, caudal y conductividad media diaria para un período de poco más de 6 meses entre 2003 y 2004 en la estación Lluta en Alcérreca.



Se observa en estas figuras que el valor de la conductividad fluctúa entre los 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y los 2800 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pero existen registros en esta estación que alcanzan los 3500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (DICTUC-DGA, 2008). Los valores más habituales en esta estación se sitúan entre los 1000 y 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

- **Aguas superficiales y subterráneas cercanas al sector del proyecto**

En marzo del año 2010, la empresa Aquaconsult visitó la zona de influencia del proyecto con el objetivo de monitorear las aguas superficiales que conforman la cuenca que incluye el sector donde se emplazará el proyecto y que son aledañas a él. El objetivo fue el de construir una línea base de calidad química de las aguas naturales superficiales, con el fin de tener información de los contenidos minerales disueltos en ellas antes del proyecto. El monitoreo consistió en la toma de muestras de puntos definidos para conocer la calidad físico-química de esta agua. Los parámetros que se analizaron son los que considera la norma chilena para el agua de riego (NCh 1.333), en el sentido de que las aguas del río Lluta son utilizadas aguas abajo para la agricultura.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

El número y ubicación de las estaciones se eligió de acuerdo con el criterio de influencia del proyecto, basado en la cercanía y lo solicitado generalmente por la Autoridad que corresponde (en este caso la Dirección General de Aguas). Al respecto se definieron 5 estaciones, que se tabulan en la tabla siguiente, y se muestran en la Figura siguiente en color morado.

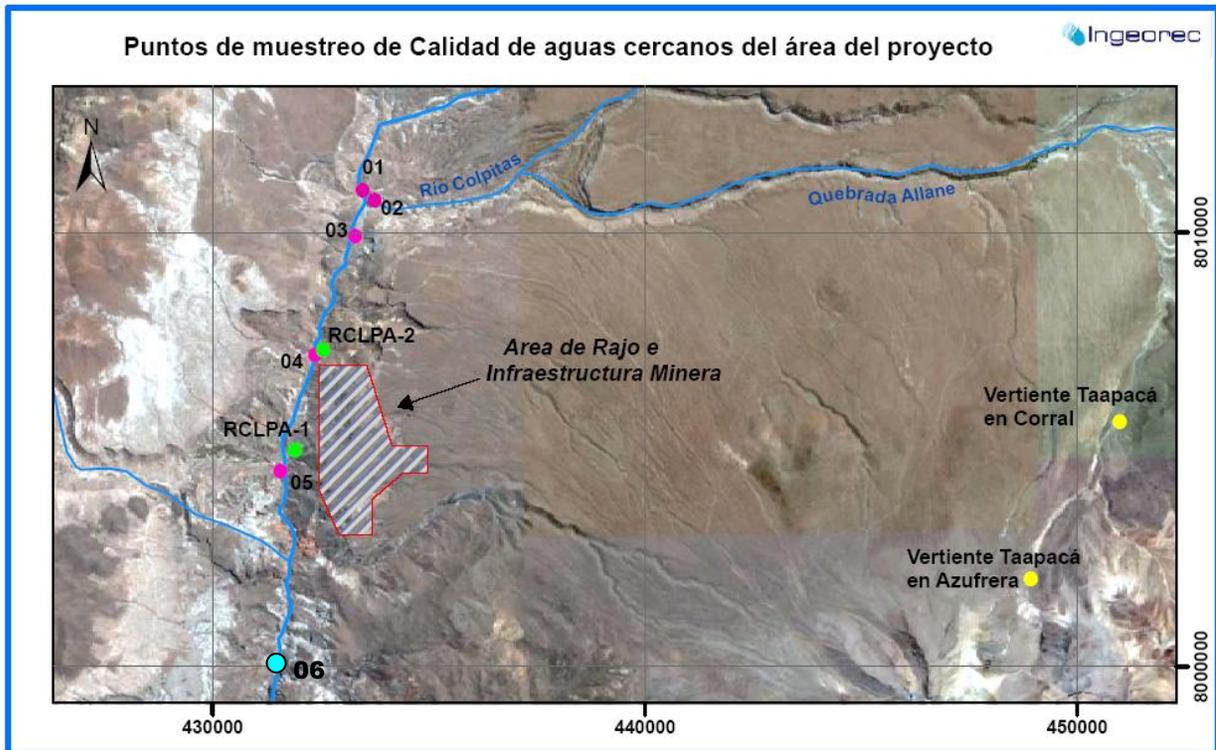
Hay que mencionar que en el informe original de Aquaconsult (2010b) existía un error en la denominación del río Colpitas, al cual se le había asignado el nombre erróneamente de Azufre, y entre las muestras correspondientes al río Colpitas y el río Lluta antes de éste, las cuales estaban intercambiadas.

Las estaciones 01 (Lluta) y 02 (Colpitas), se caracterizan por ubicarse aguas arriba del proyecto y corresponder a cauces independientes con calidades fisicoquímicas diferentes. La estación 03 se ubica también aguas arriba del proyecto, en el río Lluta, y aguas abajo de los dos puntos anteriores mostrando la mezcla de las aguas de ambos cauces. La estación 04 responde a la identificación de la calidad del agua inmediatamente antes del proyecto, mientras que la estación 05 se ubica justo frente al éste.

Tabla 2-38. Puntos de monitoreo de calidad de aguas superficiales en las cercanías del área del proyecto.

Estación N°	Detalle	Coordenadas UTM (Datum WGS 84)		Cota msnm
		Este	Norte	
01	Río Lluta antes junta Río Colpitas	433.275	8.010.316	3.616
02	Río Colpitas antes junta Río Lluta	433.276	8.010.316	3.600
03	Río Lluta después junta Río Colpitas	433.104	8.009.538	3.591
04	Río Lluta frente al Proyecto	432.172	8.006.781	3.552
05	Río Lluta aguas abajo del Proyecto	431.375	8.004.105	3.501
06	Río Lluta aguas abajo	431.294	8.000.000	3.500
	Sondaje RCLPA-1	431.892	8.004.977	3.579
	Sondaje RCLPA-2	432.544	8.007.272	3.563
	Vertiente Taapaca en Corral	450.980	8.005.634	4.376
	Vertiente Taapaca en Azufrera	448.923	8.002.000	4.735

Figura 2-65 Ubicación de los puntos de muestreo para el análisis de las aguas superficiales de los cauces cercanos al proyecto (Río Lluta, río Colpitas).



Las muestras se recolectaron en terreno y se preservaron de acuerdo con el ensayo (NCh 1333) hasta su análisis en el laboratorio ANAM, en Santiago de Chile, que se encuentra acreditado para el tipo de análisis requeridos (certificación 17025 en análisis de laboratorios, ver <http://www.anam.cl/certificaciones.html>).

En la siguiente se presentan los principales resultados obtenidos de este muestreo donde los valores marcados en rojo se escapan de los límites marcados por la normativa de Agua de Riego. Los resultados obtenidos para el río Lluta y el río Colpitas se encuentran dentro de los rangos esperados de línea base que se pueden obtener de los trabajos de DICTUC-DGA (2008 y 2009).

Con esta tabla se puede observar muy bien como la mezcla de aguas del río Colpitas, con un alto contenido en Arsénico y Boro, con las aguas del río Lluta de la estación N°01, de pH ácido (entorno 4) resultan en una mezcla de aguas, aguas abajo, con valores de pH cerca de la neutralidad y contenidos menores de estos elementos nocivos para la salud y los cultivos. Los mayores contenidos en cloruros y sulfatos del río Colpitas en la estación N°02 también disminuyen con la mezcla de aguas con el curso principal, pero sin que las concentraciones del río Lluta aguas abajo alcancen valores que cumplan con la normativa de riego.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Las muestras de agua de los sondajes RCLPA-1 y RCLPA-2 fueron obtenidas por MHS durante su perforación y analizadas en el Laboratorio ALS. Estas aguas son mucho más salinas que las del río Lluta a la misma altura del proyecto. Mientras el río presenta conductividades de entre 1700 y 1900 $\mu\text{S}/\text{cm}$, los sondajes muestran aguas con conductividades de entorno los 44.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Esto puede deberse a que estos sondajes no fueron habilitados como pozos de agua y, por lo tanto, no tuvieron un proceso de desarrollo y lavado. Las muestras fueron obtenidas mediante “air-lift” (inyección de aire a presión), mecanismo que forma parte de la perforación con el método aire reverso, también aplicado a la perforación de pozos de agua. El único aditivo que debió ser utilizado en algunos tramos de las perforaciones fue yeso (Igor Collado, geólogo MHS, comunicación verbal a Aquaconsult).

De esta manera, la mala calidad de agua de estos sondajes puede deberse efectivamente a que las muestras de aguas no fueron bien tomadas (pozos sin desarrollo y sin vaciar tres volúmenes de agua contenidos dentro la perforación previo a la toma de muestras), o que efectivamente las aguas que saturan estos materiales están muy mineralizadas, y presentan una composición y salinidad distinta a la del río.

En comparación con las aguas del río Lluta, las aguas de estos sondajes presentan también concentraciones significativamente mayores de cloruros, sulfatos, Sodio, Calcio, Arsénico, Fluoruro, Litio y Manganeseo.

Las aguas de la quebrada Taapaca se caracterizan por su baja salinidad (conductividad entre 280 y 315 S/cm), valor de pH ácido (entre 3,5 y 4), y su alto contenido en Aluminio y Manganeseo. Dados estos valores, la extracción de 18 L/s desde la vertiente para las labores mineras del proyecto, puede considerarse que no afectará a la calidad química del río Colpitas y posteriormente al río Lluta (2000 L/s).

Tabla 2-39. Resultados químicos monitoreos aguas superficiales de los cauces cercanos al proyecto.

Especies	Unidades	Límite Norma NCh 1333	Punto de muestreo superficial					Aguas subterráneas		Aguas Superficiales			
			R. Colpitas	Río Lluta				Pozos		Vertiente Taapaca			
Fecha Muestreo			02	01	03	04	05	RPLPA-1	RPLPA-2	En Corral	En Corral	En Azufrera	
			16/03/10	16/03/10	16/03/10	16/03/10	16/03/10	jul-10	jul-10	jul-10	set-10	set-10	
<i>Parámetros físico-químicos y microbiológicos</i>													
Cond	Conductividad	uS/cm	-	2322	1364	1889	1743	1756	43700	44000	292	281	312
pH	pH	5,5-9,0	-	8	4,5	6,6	6,5	6,6	7,03	7,06	3,78	4,06	3,57
SDT	Sólidos Disueltos Totales	mg/L	-	2101	1147	1634	1352	1436	32680	28790	172	184	198
Alc T	Alcalinidad Total	mg/L CaCO ₃	-	-	-	-	-	-	364	194	<1	<1	<1
RAS	RAS	mg/L	-	5,8	2,7	5,5	5,0	4,9	-	-	0,5	1,0	0,0
CF	Coliformes fecales	NMP/100 mL	1000	2	<2	<2	<2	<2	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8
CT	Coliformes Totales	NMP/100 mL	-	-	-	-	-	-	<1,8	<1,8	<2	<1,8	<1,8
<i>Elementos mayoritarios</i>													
Cl	Cloruro	mg/L	200	546	202	386	352	367	1644	1809	<2	<0,5	<0,5
SO ₄ ⁼	Sulfato	mg/L	250	238	389	318	338	355	989	965	128	139	149
Na	Sodio Total	mg/L	-	250,7	115,8	228,6	217,7	214,7	527,0	574,0	7,0	8,6	6,2
Ca	Calcio Total	mg/L	-	89,3	76,4	77,7	87,9	84,8	593,0	605,0	14,1	17,1	10,0
Mg	Magnesio	mg/L	-	29,8	33,6	30,6	32,0	34,1	15,1	16,0	2,5	3,0	1,9
K	Potasio total	mg/L	-	40,3	18,0	42,5	34,6	38,4	<100	<100	5,6	3,7	6,3
<i>Elementos minoritarios y trazas</i>													
Al	Aluminio Total	mg/L	5	0,248	11,17	5,0	8,18	6,367	1,34	0,85	10,2	9,75	8,7
As	Arsénico Total	mg/L	0,1	0,47	0,083	0,31	0,234	0,251	1,32	1,25	0,00191	<0,00050	0,00213
Ba	Bario Total	mg/L	4	0,045	0,039	0,038	0,046	0,037	<0,1	<0,1	0,0158	0,0166	0,018
Be	Berilio Total	mg/L	0,1	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,050	<0,050	<0,0025	<0,0025	<0,0025
B	Boro Total	mg/L	0,75	31,48	4,08	14,04	13,54	12,01	14,4	14,7	0,067	<0,050	0,056
Cd	Cadmio total (Cd)	mg/L	0,01	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,0071	<0,0050	<0,00025	<0,00025	<0,00025
CN	Cianuro (CN-)	mg/L	0,2	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,01	<0,01	<0,01	<0,002	<0,002
Co	Cobalto Total	mg/L	0,05	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,50	<0,50	0,00883	0,021	0,00673
Cu	Cobre Total	mg/L	0,2	0,016	<0,014	<0,014	0,014	<0,014	0,007	0,008	0,00646	0,0218	0,00504
Cr	Cromo Total	mg/L	0,1	<0,024	<0,024	<0,024	<0,024	<0,024	<0,050	<0,050	<0,0025	<0,0025	<0,0025
F	Fluoruro	mg/L	1	0,329	0,931	0,51	0,544	0,556	2,9	2,6	0,2	0,27	0,27
Fe	Hierro Total	mg/L	5	1,2	1,61	0,94	1,3	1,05	1,32	1,48	0,19	0,224	0,225
Li	Litio Total	mg/L	0,075	0,998	0,182	0,964	0,786	0,795	1,68	1,73	0,011	0,0069	0,0092
Mn	Manganeso Total	mg/L	0,2	0,845	0,988	0,761	0,934	0,873	15,1	16	2,48	3,02	1,88
Hg	Mercurio total (Hg)	mg/L	0,001	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	0,00052	0,0006	<0,00005	<0,00005	<0,00005
Mo	Molibdeno Total	mg/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,0069	0,0068	<0,00025	<0,00025	<0,00025
Ni	Niquel Total	mg/L	0,2	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,02	<0,02	0,0109	0,025	0,009
Ag	Plata total	mg/L	0,2	<0,006	<0,006	0,009	<0,006	0,009	<0,0010	<0,0010	<0,000050	<0,000050	<0,000050
Pb	Plomo Total	mg/L	5	<0,012	0,025	<0,012	0,012	<0,012	0,0708	0,0151	<0,00025	<0,00025	<0,00025
Se	Selenio Total	mg/L	0,02	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	0,0005	<0,0005	<0,0050	<0,0050	<0,0050
V	Vanadio Total	mg/L	0,1	0,006	0,005	0,009	0,004	0,008	<0,10	<0,10	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Zn	Zinc Total	mg/L	2	0,492	0,846	0,394	0,551	0,459	0,041	0,046	0,0728	0,0796	0,102

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

2.4.6.7 Conclusiones

Los sondeos de exploración minera, con profundidades máximas de 60 metros, indican que las unidades geológicas que contienen el yacimiento de Manganeso en el Área del Proyecto no presentan acuíferos. Este concepto incluye a las unidades geológicas UG-5 (Volcanes y Centros Eruptivos Menores), UG-4 (Ignimbrita Lauca) y UG-3 (Formación Huaylas), cada una de ellas sobreyacente a la anterior.

Solamente los sondeos de exploración minera ubicados fuera del área del proyecto denominados RCLP-1 y RCLP-2 registraron niveles saturados a parcialmente saturados de agua, con una cota de esta agua subterráneas entre los 3.510 y 3.560 msnm. Estas cotas son muy similares a la cota de agua de los puntos respectivamente más cercanos del Río Lluta, lo que hace suponer que estas aguas subterráneas están hidráulicamente conectadas con el río.

En el área del proyecto y sus alrededores no existen pozos de agua de ningún tipo incluyendo pozos de exploración, monitoreo y/o bombeo.

Las precipitaciones en el área del proyecto tienen un valor promedio anual de 200 mm, mientras que la evapotranspiración es de 2000 mm. Esto hace que el balance hídrico en el suelo sea muy negativo y que las infiltraciones hacia el subsuelo sean mínimas, acotadas solamente a eventos de precipitación concentrados en períodos muy cortos de tiempo.

El evento de mayor precipitación en 24 horas registrado en el área es de 72 mm, el cual presenta una probabilidad de ocurrencia (de un evento igual o superior a este) de un 0,8 %, equivalente a un periodo de retorno de unos 120 años. La mayoría de las precipitaciones máximas anuales se concentran entre los 10 y 30 mm (78%) y sólo un 6% (dos eventos en 36 años) han superado los 40 mm. Éstos últimos tienen una probabilidad de ocurrencia de un 10% con un periodo de retorno de 10 años.

Estos eventos extremos, que ocurren cada ciertos años en el área, generan mínimas infiltraciones hacia el subsuelo que no permiten hablar de una recarga anual en profundidad de aguas subterráneas.

A pesar de que no existen pruebas acerca del comportamiento de las unidades de roca y depósitos no consolidados situadas en el Área Proyecto respecto a los procesos de percolación y capacidad de absorción, se ha podido establecer que entre el medio saturado interceptado por los sondeos RCLP-1 y RCLP-2 y la secuencia mineralizada por Manganeso, existe un medio no saturado de baja conductividad hidráulica (K) que dificultaría el escurrimiento de líquidos hacia el medio saturado. Parte de estos materiales corresponden a la Formación Huaylas, principalmente compuesta por limos y arcillas.

Las aguas del río Lluta a la altura del proyecto, presentan un valor de pH muy cerca de la neutralidad (6,5-7), una conductividad de entre 1700 y 1900 $\mu\text{S}/\text{cm}$, con valores relativamente

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

elevados (superiores a los límites máximos marcados por la norma chilena de agua de riego NCh1333) de cloruros, sulfatos, Aluminio, Arsénico, Boro, Litio y Manganeso.

Con respecto a la vertiente Taapaca, ésta se caracteriza por su baja salinidad (conductividad entre 280 y 315 S/cm), valor de pH ácido (entre 3,5 y 4), y un alto contenido en Aluminio y Manganeso.

En el Anexo 2-5 Reconocimiento Quebrada Taapacá, se presenta el reconocimiento ambiental de la quebrada Taapaca basado en una visita a terreno y mediciones de caudal.

2.4.7 Uso y Calidad de Suelo

2.4.7.1 Introducción

El presente capítulo expone los resultados del estudio edafológico efectuado para el área de influencia propuesta para la ejecución del Proyecto “Manganeso Los Pumas”, en adelante el Proyecto, ubicado en la comuna de Putre, XV Región de Arica y Parinacota. El área del proyecto actualmente no está siendo utilizada productivamente.

2.4.7.2 Objetivos

Identificar las principales características y cualidades de los suelos presentes y su clasificación interpretativa en un sector del Proyecto de Putre, XV Región de Arica y Parinacota.

2.4.7.3 Metodología

Para efectuar la caracterización edáfica del lugar de emplazamiento del proyecto, se realizó una investigación bibliográfica de los antecedentes existentes que describiesen aspectos relevantes del suelo y de su geomorfología. Posteriormente se procedió a realizar un estudio de campo y caracterización edáfica en el terreno, que permitiesen describir el suelo, clasificarlo técnicamente y verificar su uso actual de tres sectores que se encuentran dentro de las actividades del proyecto (acueducto, sector camino y sector planta). A continuación se detallan ambos aspectos metodológicos.

- **Revisión Bibliográfica:**

Las fuentes principales fueron revistas chilenas especializadas en el tema de suelos como la Revista Chilena de Suelos y Nutrición Vegetal de la Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo, junto a una búsqueda en sitios web como el de la Organización Mundial para la Alimentación (FAO) y el Servicio de Conservación de Recursos Naturales de los Estados Unidos (US NRCS).

- **Visita a Terreno:**

La caracterización edáfica se efectuó en una visita a terreno realizada entre los días 13 y 15 de Abril del año 2011. En dicha oportunidad se realizaron las siguientes actividades:

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

- ✓ Reconocimiento del sector
- ✓ Observaciones de la Geomorfología del entorno
- ✓ Observaciones del uso actual del suelo
- ✓ Demarcación y Confección de Calicatas

Las bases cartográficas fueron entregadas por la empresa SGA y correspondieron a cartas escala 1:50.000 e imágenes del sector en estudio, obtenidas de Google Earth.

Se decidió establecer 4 puntos de estudio donde se confeccionaron las calicatas:

- ✓ Sector Acueducto
- ✓ Sector Planta
- ✓ Sector del Camino

La metodología, leyendas, símbolos y rangos utilizados se atuvieron a lo establecido en el “Manual de Procedimientos y Normas Técnicas para Reconocimientos Agrológicos” preparado por CIREN, de acuerdo a las normas técnicas vigentes (Soil Survey Manual, Handbook N° 18, USDA)⁵, adoptado por las instituciones y especialistas que realizan estudios en el país.

Se asignan a los Suelos las clasificaciones interpretativas de Capacidad de Uso, Categoría de Riego, Clases de Drenaje, Aptitud Frutal y Erosión Actual

2.4.7.4 Área de influencia

El proyecto se ubica en la comuna de Putre, XV Región de Arica y Parinacota. Uno de los aspectos de mayor interés es la relación con el Parque Nacional del Lauca, que constituye su límite Sureste.

En las siguientes imágenes se visualiza el área de influencia directa (AID) del estudio (Figura siguiente).

En el caso del estudio edafológico no se determina un área de influencia indirecta (AII) ya que el sector afectado se encuentra específicamente dentro del área de influencia directa.

2.4.7.5 Resultados y Análisis

a. Resultados revisión bibliográfica

Los suelos de la comuna de Putre corresponden, en su mayoría, a sectores determinados por el desierto de altura, lo que es efectivo también para el área en estudio. En términos agronómicos, en el sector donde se emplazarán los botaderos de estériles, el material de descarte y las lamas, los suelos tienen una capacidad de uso que presenta severas limitaciones a las actividades silvoagropecuarias, clasificándose en la clase VIII, con un uso limitado para la vida silvestre, recreación o protección de hoyas hidrográficas. Esta clasificación obedece básicamente a las

⁵ http://www.ciren.cl/_datos/archivo/pdf/suelos/e6matsim.pdf

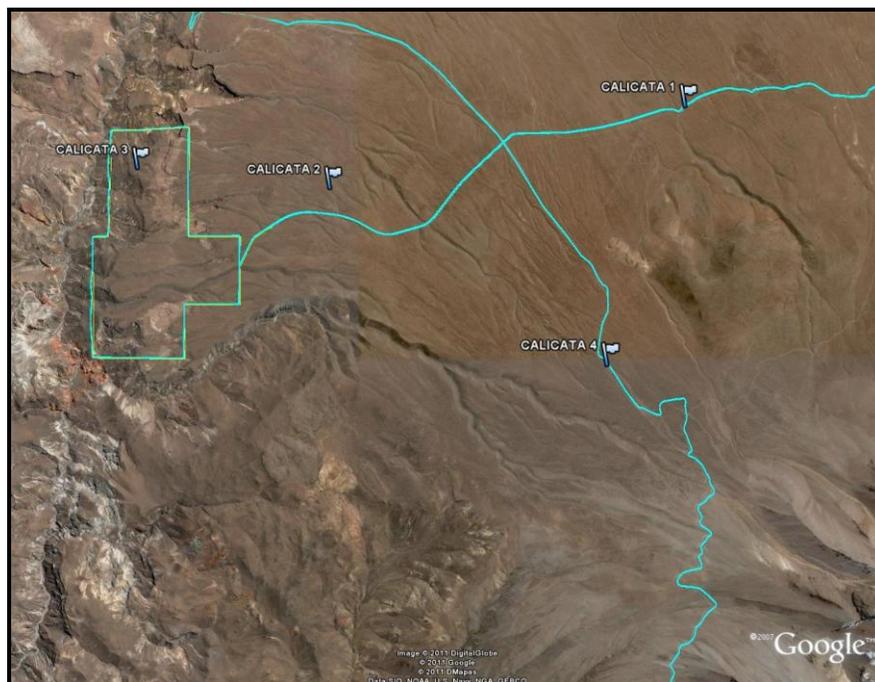
limitaciones naturales, que son continuas y de difícil corrección, las que impiden el uso del suelo para producción agrícola, ganadero o forestal.

La baja potencialidad agrícola de estos suelos está determinada principalmente por las siguientes razones: Baja disponibilidad de agua; Pendientes suaves a pronunciadas; Bajo contenido de materia orgánica; Compactación, lo que indica baja porosidad del suelo o poco espacio para los sistemas radicales de los cultivos; Susceptibilidad a erosión; y Pedregosidad excesiva.

b. Resultados del análisis de las características físicas y morfológicas de las Calicatas

La prospección del primer día permitió identificar 6 zonas a estudiar dentro del área de influencia del proyecto. La figura siguiente muestra los puntos donde se ubicaron las 6 calicatas analizadas.

Figura 2-66 Ubicación de Calicatas



Fuente: Elaboración propia, a partir de Google Earth

A continuación se presentan los resultados detallados del estudio de las 3 calicatas con fotografías representativas del sector relacionado.

Sector Acueducto

Tabla 2-40 Características Físicas y Morfológicas de la Calicata 1

Prof. (cm)	Características morfológicas
0 – 8	Pardo (7.5YR 5/2) en seco, pardo muy oscuro (7.5YR 2.5/2) en húmedo; franco arenosa; granos simples; alta friabilidad, no plástico, no adhesivo; abundantes raíces finas; poros finos a gruesos, abundantes; ausencia de gravas; límite ondulado, difuso.
8 – 20	Pardo (7.5YR 4/4) en seco, pardo oscuro (7.5YR 3/4) en húmedo; franco arcillo arenoso; estructura angular; no plástico; no adhesivo; escasas raíces finas; porosidad media baja; presencia de gravas de finas abundantes, ocupan un 40% del volumen del horizonte; límite lineal, difuso.
20 y 41	Pardo (7.5YR 4/4) en seco, pardo oscuro (7.5YR 3/4) en húmedo; arcillo limoso; estructura angular compactada; baja friabilidad; plasticidad media; no adhesivo; sin raíces; baja porosidad; grava medias ocupan un 10% del volumen del horizonte.
41 y más	Perfil rocoso sin estructura.

Ubicación de la calicata 1:

La descripción se realizó en las coordenadas 442.967 m E y 8.007.209 m N (DATUM WGS84, HUSO 19) cota 4137 m.s.n.m.

Clasificación de la unidad⁶:

Corresponde a un suelo de clase textural superficial franco arenosa, muy delgado, con topografía ondulada, con pendientes de 10% aproximadamente, con rasgos de erosión eólica severa, bien drenado. Pedregosidad superficial abundante. Se clasifica en:

Clasificación	Categoría	Observación
Capacidad de Uso	VIII	Suelos sin valor agrícola, ganadero o forestal.
Categoría de Riego	6	Suelos no aptos para regadío.
Erosión Actual	3	Suelos con erosión eólica actual severa.
Clases de Drenaje	6	Suelos excesivamente drenados.
Aptitud Frutal	E	Suelos sin aptitud frutal.

⁶ Ver Simbología Estudio de Suelos en : http://www.ciren.cl/_datos/archivo/pdf/suelos/e6matsim.pdf

Fotografía 2-2. Perfil de suelo de la Calicata 1



Fotografía 2-3. Paisaje asociado a la calicata 1. Vista Este



Fotografía 2-4. Paisaje asociado a la calicata 1. Vista Oeste



Sector Camino

Tabla 2-41 Características Físicas y Morfológicas de la Calicata 2

Prof. (cm)	Características morfológicas
0 – 10	Pardo pálido (10 YR 6/3) en seco, pardo muy oscuro (10 YR 3/3) en húmedo; franco arenosa; granos simples; alta friabilidad, no plástico, no adhesivo; abundantes raíces finas; poros finos a gruesos, abundantes; ausencia de gravas; límite ondulado, difuso.
10 – 25	Pardo claro (7,5 YR 6/4) en seco, pardo oscuro amarillento (10YR 3/6) en húmedo; franco arcillo limoso; estructura angular; no plástico; no adhesivo; escasas raíces finas; porosidad baja; presencia de gravas abundantes, ocupan un 50% del volumen del horizonte; límite lineal, difuso.
25 y más	Pardo claro (7,5 YR 6/4) en seco, pardo oscuro amarillento (10YR 3/6) en húmedo; franco arcillo limoso entremezclado con ; estructura angular; no plástico; no adhesivo; escasas raíces finas; porosidad baja; alta pedregosidad, ocupan un 70% del volumen del horizonte.

Ubicación de la calicata 2:

La descripción se realizó en las coordenadas 436.754 m E y 8.006.076 m N (DATUM WGS84, HUSO 19) cota 3998 m.s.n.m.

Clasificación de la unidad⁷:

Corresponde a un suelo de clase textural superficial franco arenosa, muy delgado, con topografía ondulada, con pendientes de 2-10% aproximadamente, con rasgos de erosión eólica severa, bien drenado. Pedregosidad superficial abundante. Se clasifica en:

Clasificación	Categoría	Observación
Capacidad de Uso	VIII	Suelos sin valor agrícola, ganadero o forestal.
Categoría de Riego	6	Suelos no aptos para regadío.
Erosión Actual	3	Suelos con erosión eólica actual severa.
Clases de Drenaje	6	Suelos excesivamente drenados.
Aptitud Frutal	E	Suelos sin aptitud frutal.

A continuación se presentan fotografías de la Calicata 2 y del paisaje asociado.

⁷ Ver Simbología Estudio de Suelos en : http://www.ciren.cl/_datos/archivo/pdf/suelos/e6matsim.pdf

Fotografía 2-5. Perfil de suelo de la Calicata 2



Fotografía 2-6. Paisaje asociado a la calicata 2. Vista este



Fotografía 2-7. Paisaje asociado a la calicata 2, vista oeste



Tabla 2-42 Características Físicas y Morfológicas de la Calicata 4

Prof. (cm)	Características morfológicas
0 – 15	Pardo (7.5YR 4/3) en seco, pardo muy oscuro (7.5YR 2.5/3) en húmedo; franco arenosa; sin estructura; alta friabilidad, no plástico, no adhesivo; abundantes raíces finas; poros finos a gruesos, abundantes; gravas finas a medias, ocupan un 50 % del perfil; límite lineal, claro.
15 – 60	Pardo (7.5 YR 4/3) en seco, pardo muy oscuro (7.5YR 2,5/3) en húmedo; areno francoso; estructura angular compacta; friabilidad media; no plástico; no adhesivo; raíces finas; porosidad media; presencia de gravas de finas abundantes, ocupan un 30% del volumen del horizonte; límite lineal, difuso.
60 y más	Pardo oscuro (7.5YR 3/3) en seco, pardo muy oscuro (7.5YR 2.5/2) en húmedo; areno francoso; estructura angular compactada; baja friabilidad; no plástico media; no adhesivo; sin raíces; baja porosidad; grava medias ocupan un 10% del volumen del horizonte.

Ubicación de la calicata 4:

La descripción se realizó en las coordenadas 441.744 m E y 8.002.925 m N (DATUM WGS84, HUSO 19) cota 4428 m.s.n.m.

Clasificación de la unidad⁸:

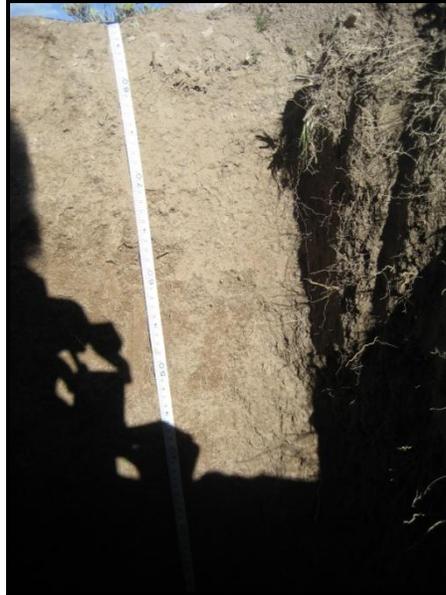
Corresponde a un suelo de clase textural superficial franco arenosa, delgado, con topografía ondulada, con pendientes de 10 a 20% aproximadamente, erosión eólica severa, bien drenado. Pedregosidad superficial abundante. Se clasifica en:

Clasificación	Categoría	Observación
Capacidad de Uso	VIII	Suelos sin valor agrícola, ganadero o forestal.
Categoría de Riego	6	Suelos no aptos para regadío.
Erosión Actual	2 a3	Suelos con erosión actual o riesgo de erosión eólica e hídrica moderada a severa.
Clases de Drenaje	6	Suelos excesivamente drenados.
Aptitud Frutal	E	Suelos sin aptitud frutal.

A continuación se presentan fotografías de la Calicata 4 y del paisaje asociado.

⁸ Ver Simbología Estudio de Suelos en : http://www.ciren.cl/_datos/archivo/pdf/suelos/e6matsim.pdf

Fotografía 2-8. Perfil de suelo de la Calicata 4



Fotografía 2-9. Paisaje asociado a la calicata 4, vista este



Fotografía 2-10. Paisaje asociado a la calicata 4, vista oeste



Sector Planta

Tabla 2-43 Características Físicas y Morfológicas de la Calicata 3

Prof. (cm)	Características morfológicas
0 – 10	Pardo oscuro amarillento (10 YR 4/4) en seco, pardo muy oscuro (10 YR 2/2) en húmedo; franco arcillo arenosa; granos simples; alta friabilidad, no plástico, no adhesivo; abundantes raíces finas; poros finos a gruesos; alta presencia de gravas, cubren un 50% de la superficie del perfil; límite lineal claro.
10 – 17	Pardo oscuro (7.5YR 3/4) en seco, pardo muy oscuro (7.5YR 2,5/3) en húmedo; franco arenoso; estructura granular; friabilidad media; no plástico; no adhesivo; escasas raíces finas; porosidad media baja; presencia de pedregosidad abundante, ocupan un 60% del volumen del horizonte limitando la penetración; límite lineal, claro.
17 - 35	Blanco rosáceo (7.5YR 8/2) en seco, pardo (7.5YR 5/3) en húmedo; Franco arcillo arenoso; estructura granular compactada; friabilidad media-baja; no plástico; no adhesivo; raíces muy finas y muy escasas; baja porosidad; Límite líneal claro.
35 y más	Perfil compactado de ignimbrita sin estructura.

Ubicación de la calicata 3:

La descripción se realizó en las coordenadas 433.114 m E y 8.006.476 m N (DATUM WGS84, HUSO 19) cota 3788 m.s.n.m.

Clasificación de la unidad⁹:

Corresponde a un suelo de clase textural superficial franco arcillo arenosa, muy delgado, con topografía ondulada, con pendientes entre 2-10% aproximadamente, con erosión eólica severa, bien drenado. Pedregosidad superficial abundante. Se clasifica en:

Clasificación	Categoría	Observación
Capacidad de Uso	VIII	Suelos sin valor agrícola, ganadero o forestal.
Categoría de Riego	6	Suelos no aptos para regadío.
Erosión Actual	3	Suelos con erosión actual o riesgo de erosión eólica e hídrica, severa.
Clases de Drenaje	6	Suelos excesivamente drenados
Aptitud Frutal	E	Suelos sin aptitud frutal

⁹ Ver Simbología Estudio de Suelos en : http://www.ciren.cl/_datos/archivo/pdf/suelos/e6matsim.pdf

A continuación se presentan fotografías de la Calicata 3 y del paisaje asociado.

Fotografía 2-11. Perfil de suelo de la Calicata 3



Fotografía 2-12. Paisaje asociado a la calicata 3. Vista Este



Fotografía 2-13. Paisaje asociado a la calicata 3. Vista Oeste



	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

La flora del altiplano ha sido incluida por Cabrera et al. (1973) en el dominio Andino Patagónico, provincias Altoandina y Puneña. Udvardy (1975) propone que la flora del área se encuentra en la Ecozona Neotropical, en la provincia biogeográfica de la Andina sureña. Recientemente el *World Wildlife Foundation* (WWF), realizó una clasificación basada en eco-regiones; de acuerdo con los antecedentes que se pueden obtener en su sitio web para el área de este estudio corresponde la ecoregión de la Puna Seca.

Clasificaciones de Vegetación

Schmithusen (1956) clasifica a la vegetación del sector del altiplano de Chile en la formación Andina Subtropical. Gajardo (1998), clasifica el área en la Región fitogeográfica de la Estepa Altoandina; sub-región del Altiplano y de la Puna. La vegetación que crece a menor altitud se atribuye a la formación de la Estepa Arbustiva Pre-altiplánica, dominada por especies de *Balbisia*, *Fabiana* y *Adesmia*, llamada localmente “tolar”; en tanto que la de los pisos superiores, a la formación de la estepa Alto-Andina Altiplánica.

Luebert y Gajardo (2005) indican que la vegetación del área, desde un punto de vista fitosociológico se clasifica en la clase *Parastrephio lepidophyllae-Fabianetea densa*; orden *Parastrephietalia lepidophyllae*, y a las alianzas *Diplostephio meyenii-Fabianon ramulosae*; *Parastrephion lepidophyllae* y *Festucion orthophyllae*, que incluyen a asociaciones descritas en Perú, Bolivia, Argentina y Chile (Cabrera 1957; Ruthsatz et al. 1975; Navarro 1993, Luebert y Gajardo, 2005). Para el altiplano chileno, se han descrito comunidades arbustivas de tolar (matorrales) dominadas por *Fabiana spp.* y *Parastrephia spp.* y pajonales dominados por *Festuca orthophylla* en Arica y *Festuca chrysophylla* en Iquique y Antofagasta (Villagrán et al. 1981, Villagrán et al. 1983, Luebert y Gajardo, 2005). Comunidades similares fueron descritas por Navarro (1993), para el sur de Bolivia, como asociaciones de *Stipa frigida - Senecio puchii* y *Fabiana bryoides-Stipa venusta*. Para los sitios ubicados cerca del límite altitudinal de la vegetación, el mismo autor describe las asociaciones de *Anthochloa lepidula - Dielsiochloa floribunda* y *Nototriche auricoma - Chaetanthera sphaeroidalis*.

Luebert y Pliscoff (2008), proponen una clasificación de la vegetación del país en pisos de bioclima. En relación con ella, la vegetación del área de estudio se incluye en los pisos:

- Matorral bajo tropical andino con *Fabiana ramulosa* y *Diplostephium meyenii*
- Matorral bajo tropical andino de *Parastrephia lucida* y *Azorella compacta*.
- Matorral bajo tropical andino de *Azorella compacta* y *Pycnophyllum molle*.

En relación con el nivel de protección en el SNASPE de la vegetación de estos pisos, los mismos autores indican que para el Matorral bajo tropical andino con *Fabiana ramulosa* y *Diplostephium meyenii* se registran ca. 8196 ha, de las que, un 6,7 % pertenecen a las SNASPE. Para la vegetación del piso del Matorral bajo tropical andino de *Parastrephia lucida* y *Azorella compacta*, los valores son de 2887 ha con un 55,3 % respectivamente; finalmente para la vegetación del piso de Matorral bajo tropical andino de *Azorella compacta* y *Pycnophyllum molle* los valores presentados son de 476 ha y 40,6 %, respectivamente.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Vegetación intrazonal (azonal)

La vegetación intrazonal (*sensu* Luebert y Plissock, 2007) es aquella que se desarrolla en sitios con disponibilidad de agua más o menos permanente e independiente de las condiciones de la pluviometría.

La vegetación intrazonal del área de estudio está representada por dos tipos de vegetación: los bofedales y las quebradas. En relación con los primeros se propone que la asociación presente para el área corresponde a la del *Oxychloetum andinae*, una comunidad vegetal que se desarrolla sobre suelos que permanecen anegados en la mayor parte del año, generando un ambiente de turba con alta alcalinidad (Luebert y Gajardo (2006). En ella predominan especies que forman cojines apretados como *Oxychloe andina* (pako, Juncaceae), *Distichia muscoides* (Juncaceae) y *Zameioscirpus atacamensis* (Cyperaceae). De acuerdo con los autores citados, se trata de una comunidad ampliamente repartida en el altiplano de Chile. En los fondos de quebrada se encuentran como dominantes a especies como *Parastrephia lucida* (tola de agua) formando matorrales de hasta 160 cm de altura. Este tipo de vegetación ha sido citado por Luebert y Plissock (2006) como matorral bajo tropical andino de *Parastrephia lucida* (tola de agua) y *Festuca ortophylla* (iro). Para el área de Collahuasi-salar de Coposa la presencia de bofedales y matorrales de *Parastrephia lucida* está reportada por Teillier (1998).

2.5.1.2 Objetivos

El objetivo de esta línea de base es levantar y presentar información referida a la flora vascular terrestre y a las comunidades de vegetación del área donde se ubica el proyecto “Manganeso Los Pumas” (XIV Región, provincia de Parinacota-comuna de Putre)

2.5.1.3 Área de Influencia

El área de estudio se visitó en mayo y en julio de 2011. Los resultados se presentan por sectores, siendo ellos los siguientes:

-Área planta-mina

-Acueducto, que baja desde la quebrada Taapaca hasta el área de la planta.

-Camino de acceso que debe construirse íntegramente o sólo ampliarse y asfaltarse. Se describen las comunidades desde el sector de la planta hacia el sector del camino (A-23) que pasa por el Parque Nacional Lauca en los nevados de Taapaca y remata en el cruce del camino A-23 con el camino internacional Putre-La Paz.

Para cada sector se presentan resultados de flora consistentes en tablas y figuras y de vegetación que incluyen las tablas descriptivas de las formaciones y las cartografías de las comunidades de vegetación.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

2.5.1.4 Metodología

El estudio estuvo a cargo del Sr. Sebastián Tellier, Licenciado en Ciencias Biológicas, Facultad de Biología, U. de Bucarest, Rumania. Revalidación, Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile.

Flora

El registro de la flora vascular terrestre se realizó mediante observación directa de ella en las diferentes áreas del proyecto: planta-mina, camino y acueducto. En el caso del área planta-mina, dada la dimensión del área, se llevó a cabo un muestreo estratificado asegurando la inspección de todos los tipos de ambiente y los tipos de comunidades vegetales que se observaron en ese sector del proyecto. En el caso de las obras lineales, camino de acceso y acueducto, se inspeccionó toda el área de impacto directo en una franja de al menos 20 m.

La mayor parte de las especies se identificó *in situ*, y especímenes de las no identificadas se colectaron para determinarlas en gabinete, con la ayuda de la literatura pertinente. La nomenclatura científica de las especies sigue a Marticorena & Quezada (1985), Marticorena et al. (1998), Squeo et al. (2008) y Zuloaga et al. (2009). La nomenclatura de los géneros de cactáceas sigue a Hoffmann y Walter (2004). Para cada sector se presenta una lista completa de la flora vascular terrestre, observada en las campañas de terreno, donde a cada especie se le asigna nombre científico, familia, nombre vulgar según Gajardo (1993) y Villagrán & Castro (2003), forma de crecimiento, origen geográfico y categoría de conservación.

Para el análisis del origen geográfico de las especies se asignó la categoría de nativa a aquellas originarias del país, pero que también crecen en otros países y la de nativa-endémica a la que se asignaron aquellas que lo hacen sólo en Chile.

Para el análisis de las formas de crecimiento se consideraron los siguientes tipos:

- Árboles: especies leñosas con uno o pocos tallos gruesos principales (troncos).
- Arbustos: Especies leñosas, bien ramificadas desde la base.
- Suculentas: Incluye especies leñosas con los tallos suculentos (cactáceas).
- Hierbas perennes: Se incluyen las especies cuyos individuos poseen órganos de resistencia subterráneos y rebrotan en primavera.
- Hierbas anuales: Se incluyen las especies que sobreviven a la estación desfavorable sólo mediante sus semillas.

Categorías de conservación

La asignación de categorías de conservación de las especies se realizó de acuerdo al proceso formal de clasificación de especies (DS 75/05 MINSEGPRES) y a la Resolución N° 586/2009 de CONAF, según la cual se considerará -solamente- a aquellas especies identificadas como "en peligro de extinción", "vulnerables", "raras" o "insuficientemente conocidas" oficialmente, a las que se encuentren incluidas en los listados nacionales de las páginas 13 a 15, correspondientes a las conclusiones 1, 2 y 3 del Libro Rojo (Benoit 1989.) Las demás clasificaciones, tales como Baeza et al. (1998) y Ravenna et al. (1998), no son reconocidas en la Resolución de CONAF; además se

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

incluyen además las especies clasificadas y publicadas por SEGPRES-CONAMA en sus procesos de 2005 a 2010. Las categorías utilizadas son vulnerable, rara e insuficientemente conocida. A las plantas leñosas, las suculentas y los helechos que han sido clasificados al nivel nacional y no presentan amenazas se les asignó la categoría de conservación “sin amenaza”; las especies herbáceas aún no clasificadas se consideran como “no evaluadas”.

Vegetación

El levantamiento y la clasificación de las comunidades de vegetación se hicieron *in situ* utilizando la metodología de la Carta de Ocupación de Tierras (Etienne y Prado, 1982). Ésta se basa en el registro de los cambios en la fisonomía de la vegetación y en las especies dominantes para obtener unidades de vegetación que se denominan “formaciones”. Para cada formación se registraron las especies dominantes y la cobertura por estrato (=tipo biológico: leñoso bajo, herbáceo o suculento). La cobertura de los estratos se estimó visualmente con la siguiente escala: 1: 1-5%; 2: 5-10%; 3:10-25%; 4: 25-50%; 5: 50-75%; 6: 75-90% y 7: 90-100%.

Para el acueducto y el camino la franja cartografiada corresponde a un mínimo de 10 m a cada lado. En el caso de la planta y la mina se presenta la vegetación correspondiente al área de proyecto y sectores aledaños. Los límites del estudio son: quebrada de Huaylas Chica por el NW, la quebrada Puxuma al SW y una línea imaginaria que pasa aproximadamente por la UTM 435000 N, hacia el oriente.

Para las comunidades del área de la planta-mina se muestran, además, resultados levantados en terreno mediante la metodología de la escuela fitosociológica de Zurich-Montpellier que ayudan a la caracterización de los diversos tipos en que se clasificó a la vegetación.

2.5.1.5 Resultados

Área mina

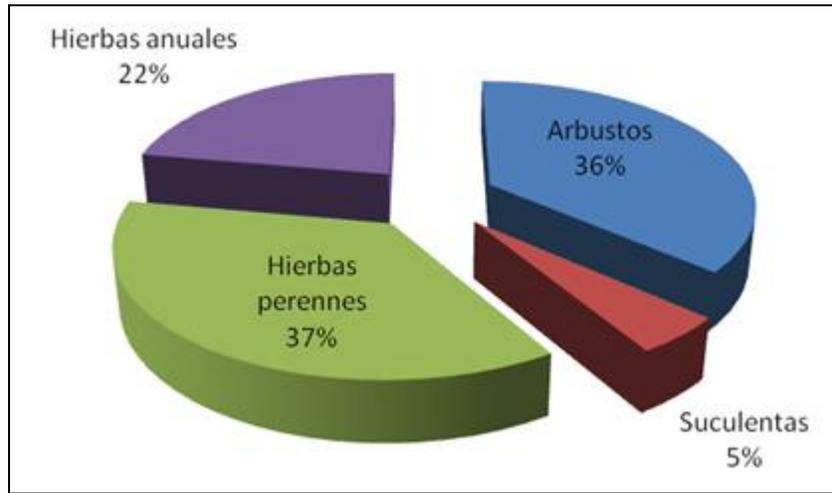
Flora

Los resultados de flora indican que la riqueza de especies vasculares silvestres en el área alcanza a unas 63 especies. La lista mostrando atributos como nombre científico, familia, nombre vulgar según Gajardo (1993) y Villagrán & Castro (2003), forma de crecimiento, origen geográfico y categoría de conservación se presenta en la Tabla 1 del Anexo 2-1a.

Respecto del origen geográfico de las especies, se obtuvo que todas son plantas nativas, entre las que 5 (8%) con endémicas de Chile, estas especies son: *Spergularia fasciculata* (Caryophyllaceae), *Chuquiraga kuscheii*, *Diplostephium meyenii*, *Mutisia lanigera* (Compositae), *Calceolaria inamoena* (Scrophulariaceae) y *Acantholippia tarapacana* (Verbenaceae); ésta última es endémica, además, de la Región XIV.

En relación con las formas de crecimiento de las plantas se obtuvo que 23 (36 %) son arbustos, 23, hierbas perennes (36 %), 14 (22 %), hierbas anuales y 3 (4,7 %), suculentas de la familia de las cactáceas (Figura siguiente).

Figura 2-67. Formas de crecimiento de las especies



En relación con las especies en categorías de conservación, en esta área no se registró la presencia de especies en alguna categoría de conservación oficial según el proceso formal de clasificación de especies (DS 75/05 MINSEGPRES). Sin embargo, se registró la presencia de 4 especies en categoría de conservación según clasificaciones referenciales:

Cheilanthes pruinata (cusupe, Fotografía 2-14 Mina-1): corresponde a una hierba perenne, particularmente a un helecho. Crece en ambientes rocosos y soleados en las comunidades del tolar de *Fabiana ramulosa* y *Diplostephium meyenii* y en el tolar de *Fabiana ramulosa* y *Lophopappus cuneatus*, entre 3700 y 3500 m de altitud. Esta clasificada como **rara** (por Rodríguez, en Benoit, 1989). En el área planta-mina es frecuente, pero no abundante, no se contaron individuos, pero por la amplitud de la distribución se estima que sobrepasarían los dos mil ejemplares.

Clinanthus humilis (anteriormente *Stenomesson chilense*, amachoka, Fotografía 2-15 Mina-2): corresponde a una hierba perenne, provista de bulbo, de vida aérea efímera. Se localizó sólo en la campaña de mayo, donde se observó una decena de individuos en un sector de tolar con *Fabiana ramulosa*, en los 3700 m de altitud, los que no se volvieron a encontrar en al campaña subsiguiente. La especie posiblemente crece en ambientes de tolar de *Fabiana ramulosa*-*Diplostephium meyenii* y *Fabiana ramulosa*-*Lophopappus cuneatus*. Fue clasificada como **rara** por Hoffmann (en Benoit, 1989).

Pellaea ternifolia (cusupe, Fotografía 2-16 Mina-3): corresponde a una hierba perenne, particularmente a un helecho. Como *Cheilanthes pruinata* crece en ambientes soleados y rocosos de las comunidades de tolar con *Fabiana ramulosa* y *Diplostephium meyenii* y en el tolar de *Fabiana ramulosa* y *Lophopappus cuneatus*, entre 3700 y 3500 m de altitud. La planta ha sido

clasificada como insuficientemente conocida por Rodríguez (en Benoit, 1989). En el área es una de las especies más frecuentes en el tolar de *Fabiana ramulosa* y *Diplostephium meyenii*. No se estimó con detalle el número de individuos, pero deben superar ampliamente los tres mil individuos.

Tillandsia virescens (clavel del aire, Fotografía 2-18 Mina-4): corresponde a una hierba perenne de la familia de las bromeliáceas. Es una planta epifita o saxícola, absorbe la humedad por las hojas, razón por la que carece de raíces. En el área del proyecto crece sobre rocas en las quebradas que reciben probablemente neblinas con más frecuencia. La especie ha sido clasificada como **vulnerable** por Hoffmann y Flores (en Benoit 1989). Se localizó en dos quebradas mayores ubicadas en el sector. La planta carece de raíces y absorbe la humedad mediante las hojas; crece sobre rocas.

Fotografía 2-14 Mina-1. *Cheilanthes pruinata*.



Fotografía 2-15 Mina-2: *Clinanthus humilis* (*Stenomesson chilense*)



Fotografía 2-16 Mina-3: *Pellaea ternifoli*, un helecho



Fotografía 2-17 Mina-4: *Tillandsia virescens*, una bromeliácea



Vegetación

Los resultados de vegetación se presentan en la tabla siguiente, donde se muestra la clasificación de las comunidades de vegetación y en el Plano 1 del Anexo 2-1b, donde se muestra una cartografía con la distribución de las formaciones vegetales en el área.

Tabla 2-44. Leyenda de cartografía de la vegetación

Número	Formación vegetal	Especies dominantes	Suelo descubierto	Tipo de vegetación
Mina-1	LB4 H2 pd	Pl,Fr,Bs,sl	30-40 %	Tolar en fondo de quebrada principal
Mina-2	LB3 H2 S1 c	Pq,Bs,sv,cB	50%	Tolar-pajonal en los llanos
Mina-3	LB2 H3 c	Pl,Bs,As,sv,fo	50%	Tolar-pajonal en quebrada menor
Mina-4	LB 4 H2 S1 pd	Fr,Bb,Dm, Eb, sl, sv, cB	30-40 %	Tolar en llanos y laderas suaves
Mina-5	LB4 H2 S1 pd	Fr,Bb,Pl,sv,sl, cB	30%	Tolar en fondo de quebrada mayor
Mina-6	LB5 H1 S1 pd	Fr,Lc,Bb, sl, np,cB	30%	Tolar en ladera, cuenca del Lluta
Mina-7	LB2 H2 c	Pl, Bb, Fr,As, cj	60%	Vegetación riparia del Lluta

Especies dominantes

Leñosas bajas (LB)	Herbáceas (H)	Suculentas (S)	Escala de coberturas
As: <i>Adesmia spinosissima</i>	cj: <i>Cortaderia jubata</i>	cB: <i>Cumulopuntia boliviana</i>	1 = 1-5%: muy escasa
Bb: <i>Baccharis boliviensis</i>	dc: <i>Deyeuxia curvula</i>	ssp. <i>ignescens</i>	2 = 5-10%: escasa
Bs: <i>Baccharis santelicens</i>	fo: <i>Festuca orthophylla</i>		3 = 10-25%: muy clara
Dm: <i>Diplostegium meyenii</i>	mp: <i>Muhlenbergia peruviana</i>		4 = 25-50%: clara
Eb: <i>Ephedra breana</i>	np: <i>Nasella pubiflora</i>		5 = 50-75%: poco densa
Fr: <i>Fabiana ramulosa</i>	sl: <i>Stipa leptostachya</i>		6 = 75-90%: densa
Lc: <i>Lophopappus cuneatus</i>	sv: <i>Stipa venusta</i>		7 = 90-100%: muy densa
Pl: <i>Parastrephia lepidophylla</i>			
Pq: <i>Parastrephia quadrangularis</i>			

Descripción de las formaciones

Formación Mina-1: tolar con *Parastrephia lepidophylla* (Fotografía 2-18 Mina-5): vegetación de tipo arbustivo. La cobertura total alcanza a un 70 %. La altura de los arbustos alcanza unos 160 cm. Los arbustos dominantes tienen hojas pequeñas y resinosas y son llamados colectivamente “tolas” por los lugareños. Entre los arbustos crecen algunas hierbas perennes que crecen formando champas como *Stipa leptostachya* y *S. venusta*. La composición de especies se muestra en la Tabla 2 del Anexo 2-1a. Es una formación poco frecuente en el área, se incluyó en ella a la vegetación de la quebrada de Huaylas Chica y otras similares (Plano 1 del Anexo 2-1b). Entre las especies amenazadas crecen *Cheilanthes pruinata* y *Pellaea ternifolia*.

Fotografía 2-18 Mina 5. Aspecto de la formación 1 vegetación de tolar con *Parastrephia lepidophylla* en la quebrada Huaylas Chica.



Formación Mina-2: tolar-pajonal con *Parastrephia quadrangularis* y pajonal con *Stipa venusta* (Fotografía 2-19 Mina-6) se trata de vegetación mixta donde se crecen tanto arbustos como hierbas perennes. Los arbustos alcanzan hasta 50 cm de altura y las especies dominantes son *Parastrephia quadrangularis* y *Baccharis santelices*; las hierbas perennes crecen en champas de menor altura y la dominante es *Stipa venusta*. La cobertura de la vegetación alcanza hasta un 50 %. La composición de especies se muestra en la Tabla 2 del Anexo 2-1a. Es una formación muy frecuente en el área de proyecto, ocupa los llanos suaves desde los 3700 m de altitud, sobrepasando incluso los 4000 m (Plano 1 del Anexo 2-1b). En esta formación se encontraron individuos de *Acantholippia tarapacana*, una especie endémica de la Región XIV (Fotografía 2-20 Mina-7)

Fotografía 2-19 Mina 6. Aspecto de la formación 2 vegetación de tolar-pajonal, en planicie sobre 3800 m de altitud



Fotografía 2-20 Mina 7. *Acantholippia tarapacana* (Verbenaceae, rica rica), una especie endémica de la Región XIV. Escasa en el área de proyecto, crece de preferencia en la formación 2.



Formación Mina-3: pajonal (Fotografía 2-21): vegetación mixta, pero con predominio de hierbas perennes como *Stipa venusta* y *Festuca orthophylla*; entre los arbustos se encuentran *Parastrephia lepidophylla* (Fotografía 2-22) *Baccharis santelicens* y *Adesmia spinosissima*. Los arbustos alcanzan hasta 70 cm de altura, pero las hierbas son de menor altura. La cobertura vegetal alcanza hasta un 50 %. La composición de especies se muestra la Tabla 2 del Anexo 2-1a. Es una formación frecuente, pero poco extensa, se la encuentra a lo largo de las quebradillas, siendo bastante variable en cuanto a la cobertura pues depende de la cantidad de agua que escurre por ellas (Plano 1 del Anexo 2-1b).

Fotografía 2-21 Mina 8. Aspecto de la formación 3 vegetación de tolar-pajonal, en quebradilla sobre 3800 m de altitud.



Pq: Parastrephia quadrangularis, fo: Festuca orthophylla y sv: Stipa venusta.

Fotografía 2-22 Mina 9. *Parastrephia lepidophylla*
una de las especies dominantes en las formaciones de tolar-pajonal.



Formación Mina-4: tolar con *Fabiana ramulosa* (Fotografía 2-23 y Fotografía 2-24), vegetación de carácter arbustivo, con un estrato menos denso de hierbas perennes y anuales estacionales. Entre los primeros destacan *Fabiana ramulosa* (Fotografía 2-25) teniendo como acompañantes a *Baccharis boliviensis*, *Plazia daphnoides*, *Diplostephium meyenii* (Fotografía 2-26), *Ephedra breana*; entre las hierbas destacan *Stipa venusta* en sitios rocosos y *S. leptostachya* en sitios con algo más de humedad. La cobertura de la vegetación alcanza hasta 70 %, y la altura del estrato de arbustos sobrepasa 1 m. La composición de especies se presenta en la Tabla 2 del Anexo 2-1a; en ella crecen prácticamente todas las especies del área que se han clasificado como amenazadas en el área planta-mina (Listado en Tablas 1 y 2 del Anexo 2-1a). Es una formación frecuente y extensa dentro del área mina, que ocupa los sitios con roca superficial y cañadones de quebradas entre 3700 y 3600 m de altitud (Plano 1 del Anexo 2-1b).

Fotografía 2-23 Mina 10. Aspecto de la formación 4
vegetación de tolar, con dominancia de *Fabiana ramulosa-Diplostephium meyenii*



Fotografía 2-24 Mina 11. Aspecto de la formación 4
vegetación de tolar, con dominancia de *Fabiana ramulosa-Diplostephium meyenii*. Detalle



Fotografía 2-25 Mina 12. Ramas y flores de *Fabiana ramulosa*



Fotografía 2-26 Mina 13. Planta con inflorescencias de *Diplostephium meyenii*



Formación Mina-5: tolar con *Fabiana ramulosa* y *Parastrephia lepidophylla*, además de las nombradas son frecuentes *Calceolaria inamoena* y hierbas perennes como *Stipa leptostachya* y *S. venusta*. La cobertura esta dentro de las más altas en el área, llegando a 70 %; con una altura de los arbustos de hasta 120 cm (Fotografía 2-27 y Fotografía 2-28). La composición de especies se muestra en en la Tabla 2 del Anexo 2-1a; entre las especies clasificadas como amenazadas crecen *Tillandsia virescens*, *Cheilanthes pruinata* y *Pellaea ternifolia*. Es poco frecuente y poco extensa; se

ubica en la parte inferior (generalmente bajo 3700 m de altitud) de las quebradas principales del área de estudio (Plano 1 del Anexo 2-1b).

Fotografía 2-27 Mina 14. Aspecto de la formación 5 vegetación de tolar en quebradilla sobre 3800 m de altitud



Fotografía 2-28 Mina 15. Aspecto de la formación 5 vegetación de tolar en quebrada, 3600 msnm



Formación Mina-6: tolar con *Fabiana ramulosa* y *Lophopappus cuneatus*, vegetación de tipo arbustivo, donde además de las especies dominantes, se encuentra *Baccharis boliviensis*; entre las suculentas, *Cumulopuntia boliviensis* es relativamente frecuente. La cobertura es alta comparativamente y alcanza hasta un 70 %; la altura de la vegetación alcanza hasta 120 cm (Fotografía 2-29). Entre las especies destaca *Lophopappus cuneatus* un arbusto muy ramificado, de hasta 120 cm, que se encuentra sólo en esta formación (Fotografía 2-30). El listado de la composición de especies se presenta en la Tabla 2 del Anexo 2-1a; entre las especies clasificadas como amenazadas crecen *Cheilanthes pruinata* y *Pellaea ternifolia*. La formación se distribuye en el ámbito de las laderas de exposición oriente que caen hacia la cuenca del río Lluta, por debajo de los 3650 m de altitud, aproximadamente.

Fotografía 2-29 Mina 16. Aspecto de la formación mina-6
Vegetación de tolar con *Fabiana ramulosa* y *Lophopappus cuneatus*, bajo 3550 m de altitud



Fotografía 2-30 Mina 17. *Lophopappus cuneatus*
un arbusto característico de los tolares con *Fabiana ramulosa* ubicados bajo 3600 m



Formación mina-7: pajonal alto con *Cortaderia jubata* (cola de zorro) y arbustos de tolar (Fotografía 2-31). Destacan especies herbáceas como *Cortaderia jubata*, cuyas inflorescencias sobrepasan los 200 cm de altura; hay además un estrato arbustivo de hasta 100 cm de altura, con presencia de *Parastrephia lepidophylla* y *Adesmia spinosissima* y un estrato herbáceo menor con *Deyeuxia curvula* y otras hierbas perennes higrófilas. La composición de especies se muestra en la Tabla 2 del Anexo 2-1a. La formación corresponde a la vegetación que se desarrolla en la margen izquierda del río Lluta (Plano 1 del Anexo 2-1b).

Fotografía 2-31 Mina 18. Aspecto de la formación 7 asociada al río Lluta y a las partes bajas de sus quebradas tributarias



Acueducto

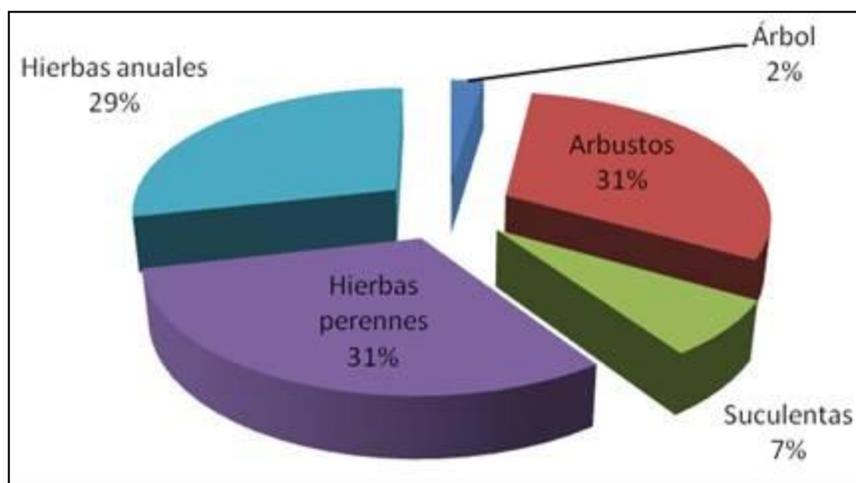
Flora

Los resultados de flora indican que la riqueza de especies vasculares silvestres en el área alcanza a unas 63 especies. La lista mostrando atributos como nombre científico, familia, nombre vulgar según Gajardo (1993) y Villagrán & Castro (2003), forma de crecimiento, origen geográfico y categoría de conservación se presenta en la Tabla 3 del Anexo 2-1a.

Respecto del origen geográfico de las especies, se obtuvo que todas son plantas nativas, entre las que 2 son endémicas de Chile: *Pectocarya anomala* (Boraginaceae) y *Acantholippia tarapacana* (Verbenaceae).

En relación con las formas de crecimiento de las plantas se obtuvo que 13 (31 %) son arbustos, 13, hierbas perennes (31 %), 12 (29 %), hierbas anuales y 3 (7 %), suculentas de la familia de las cactáceas (Figura siguiente).

Figura 2-68. Formas de crecimiento de las especies



En relación con la presencia de especies en categorías de conservación se encontraron las siguientes: *Azorella compacta* (llareta, Fotografía 2-32, Fotografía 2-33 y Fotografía 2-34): Especie arbustiva, que forma grandes cojines compactos, leñosos. En el área se encontró un grupo en la quebrada Milluni, a unos 500 m del área de la bocatoma y otro cerca del camino actual, de unos 12 individuos (ver Plano 1 del Anexo 2-1b). La especie está clasificada como vulnerable por SEGPRES y CONAMA (DS 51 MINSEGPRES 2008).

Polylepis tarapacana (queñoa, Fotografía 2-33, Fotografía 2-34 y Fotografía 2-35): especie arbórea siempreverde. Crece sólo en la quebrada de Milluni, a unos 500 m del sector de impacto directo. Las plantas son pequeñas, no superan los 70 cm de altura, por lo que es posible que se trate de reclutas jóvenes provenientes de árboles ubicados aguas arriba. La especie está clasificada como vulnerable por CONAMA-SEGPRES (DS 51 MINSEGPRES 2008).

Fotografía 2-32 Acue1. Quebrada Milluni aledaña a la de Taapaca donde se emplaza la toma de agua. Aquí crecen *Azorella compacta* y *Polylepis tarapacana*. Dista a unos 250-500 m del sitio de la toma de agua



Fotografía 2-33 Acue 2. Quebrada Milluni *Polylepis tarapacana* y *Azorella compacta*



Fotografía 2-34 Acue 3. Quebrada Taapaca.
Azorella compacta en la formación acu-3.



Fotografía 2-35 Acue 4. Quebrada Milluni
Polylepis tarapacana, aspecto de un individuo



Vegetación

Los resultados de vegetación se muestran en la Tabla siguiente, donde se muestra la clasificación de las comunidades de vegetación y en el Plano 1 del Anexo 2-1b, donde se muestra una cartografía con la distribución de las formaciones vegetales en el área.

Tabla 2-45. Clasificación de comunidades vegetales (COT)

Número	Formación vegetal	Especies dominantes	Suelo descubierto	Tipo de vegetación
Acue 1	LB3 H2 S1 c	Bs,Pq,fo,sv,cB	60%	Tolar
Acue-2	H3 mc	fo,dc	75%	Pajonal hígrico
Acue-3	LB1 H3 mc	Pq,Bs,Ac,fo	70%	Pajonal
Acue-4	LB3 H1 mc	Pl,Bs,Tc,fo, sv,sl	50%	Tolar
Acue-5	LB2 H3 c	Pq,Bs, fo, sv	50%	Tolar-pajonal
Acue-6	LB 3 H3 pd	Pl,Bs,sl,sv	40%	Tolar
Acue-7	LB2 H3 c	Pq,Bs,sv,sn	50%	Tolar-Pajonal
Acue-8	LB3 H3 pd	Pq,Pl,Bs,sv,mp	40%	Tolar-pajonal
Acue-9	LB3 H3 S1	Pq,Bs,sv, cB	40%	Tolar-Pajonal
Acue-10	LB 2 H3	Pl, Bs,sl,fo	50%	Tolar-Pajonal

Especies dominantes

Leñosas bajas (LB)

Ac: *Azorella compacta*

Bs: *Baccharis santelicens*

Pl: *Parastrephia lepidophylla*

Pq: *Parastrephia quadrangularis*

Tc: *Tetraglochin cristatum*

Herbáceas (H)

dc: *Deyeuxia curvula*

fo: *Festuca orthophylla*

mp: *Muhlenbergia peruviana*

sl: *Stipa leptostachya*

sv: *Stipa venusta*

Suculentas (S)

cB: *Cumulopuntia boliviana*

ssp *ignescens*

Escala de coberturas

1 = 1-5%: muy escasa

2 = 5-10%: escasa

3 = 10-25%: muy clara

4 = 25-50%: clara

5 = 50-75%: poco densa

6 = 75-90%: densa

7 = 90-100%: muy densa

Descripción de las comunidades

Formación Acue-1: tolar con *Parastrephia quadrangularis* y *Baccharis santelicens* (Fotografía 2-36); acompañan hierbas perennes cespitosas, como *Festuca orthophylla* y *Stipa venusta* y la cactácea *Cumulopuntia boliviensis*. La vegetación alcanza hasta un 40 % de cobertura, la altura del estrato arbustivo no sobrepasa los 50 cm. Se trata de la vegetación aledaña al sector de la bocatoma, en la quebrada Taapaca (Plano 1 del Anexo 2-1b).

Fotografía 2-36 Acue 5. Quebrada Taapaca.
Vista de las formaciones acue-1 y acue-2



Formación Acue-2: pajonal con predominio de herbáceas como *Deyeuxia chrysantha* y *Festuca orthophylla*. La vegetación alcanza a un 25 % de cobertura. Se encontró en el sector de la toma de agua donde crece en los bordes del curso de agua (Fotografía 2-36 y Plano 1 del Anexo 2-1b).

Formación Acue-3 (Fotografía 2-37): pajonal integrado mayormente por hierbas perennes como *Festuca orthophylla*; en los sectores de afloramiento de roca, aparecen algunos individuos de arbustos como *Parastrephia quadrangularis*, *Baccharis santelicensis* y *Azorella compacta*; ésta última con unos 12 individuos en el polígono que se indica en el Plano 1 del Anexo 2-1b (Fotografía 2-37). La cobertura de la vegetación alcanza a un 30 %.

Fotografía 2-37 Acue 6. Quebrada Taapaca.

Vista de la formación acue-3, con presencia de *Azorella compacta* (llareta).



Formación Acue-4: tolar con *Parastrephia lepidophylla* (Fotografía 2-38), la acompañan otros arbustos como *Baccharis santelicens* y *Tetraglochin cristatum*; hay un estrato de hierbas perennes con *Festuca orthophylla*, *Stipa venusta* y *S. leptostachya*. Los arbustos alcanzan hasta 120 cm de altura, con una cobertura de la vegetación de 50 %. Es una unidad frecuente, aunque poco extensa; se encuentra en las quebradas y en algunas quebradillas (Plano 1 del Anexo 2-1b).

Fotografía 2-38 Acue 7. Vista de las formaciones acue-4 en primer plano y acue-5, al fondo



Formación Acue-5: tolar-pajonal con *Parastrephia quadrangularis* y *Festuca orthophylla* y *Stipa venusta* (Fotografía 2-38 y Fotografía 2-39). El estrato de arbustos de hasta 50 cm, con presencia, además, de *Baccharis santelices*. La cobertura de la vegetación alcanza hasta un 50 %. Es una formación frecuente hasta los 4250 m de altitud (Plano 1 del Anexo 2-1b).

Formación Acue-6; tolar con *Parastrephia lepidophylla* (Fotografía 2-39 y Fotografía 2-40), similar a Acue-4, pero con mayor cobertura, la que llega hasta 60 %; entre las hierbas perennes se encuentran *Stipa leptostachya* y *S. venusta*. Se encontró en el fondo de las quebradas principales (Plano 1 del Anexo 2-1b).

Fotografía 2-39 Acue 8. Vista de las formaciones acue-5 (tolar-pajonal) y acue-6 (tolar en quebrada).



Fotografía 2-40 Acue 9. Vista de la formación acue-6
tolar con *Parastrephia lepidophylla*



Formación Acue-7: tolar-pajonal con *Parastrephia quadrangularis* y *Stipa venusta* (Fotografía 2-41); estrato de arbustos de hasta 50 cm, con *Baccharis santelices* como acompañante; el de hierbas perennes, con *Stipa venusta* y *Stipa nardifolia*. La cobertura de la vegetación alcanza hasta un 50 %. Es una unidad de vegetación frecuente sobre los 4250 m de altitud (Plano 1 del Anexo 2-1b).

Fotografía 2-41 Acue 10. Vista de la formación acue-7 con *Stipa venusta* como dominante



Formación Acue-8: tolar-pajonal con arbustos como *Parastrephia lepidophylla* y *P. quadrangularis*, y *Baccharis santelices* y hierbas perennes en champa como *Stipa venusta*. La cobertura alcanza hasta un 60 % y la altura de la vegetación hasta 1,0 m. Se encuentra en un área donde planicies y quebradillas estrechas se alternan en una superficie relativamente pequeña por lo que su separación resulta complicada a la escala de esta cartografía (Plano 1 del Anexo 2-1b).

Formación Acue-9: tolar con *Parastrephia quadrangularis* y pajonal de *Stipa venusta*: formación muy similar a Acue-7; pero con mayor grado de cobertura, la que alcanza hasta 60 %.

Formación Acue-10: tolar con *Parastrephia lepidophylla*, paisaje vegetal predominantemente arbustivo. Entre las hierbas crecen *Stipa leptostachya* y *Festuca orthophylla*. La altura del estrato de arbustos alcanza hasta 80 cm. La cobertura de la vegetación alcanza, a su vez, hasta un 50 %. La formación se encuentra en las quebradillas cercanas al punto donde se instalará el punto de recepción del agua, en el área planta (Plano 1 del Anexo 2-1b).

Camino de acceso

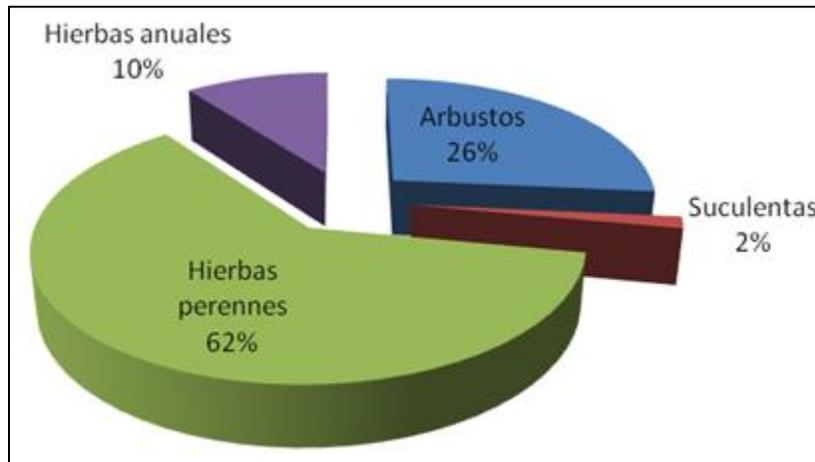
Flora

Los resultados de flora indican que la riqueza de especies vasculares silvestres en el área alcanza a unas 68 especies. La lista mostrando atributos como nombre científico, familia, nombre vulgar según Gajardo (1993) y Villagrán & Castro (2003), forma de crecimiento, origen geográfico y categoría de conservación se presentan en la Tabla 4 del Anexo 2-1a.

Respecto del origen geográfico de las especies, se obtuvo que todas las plantas son nativas, entre las que 10, son endémicas de Chile (Tabla 4 del Anexo 2-1a).

En relación con las formas de crecimiento de las plantas se obtuvo que 42 (62%) son hierbas perennes; 18 (26 %) son arbustos; 7, hierbas anuales (10 %); y solo una es una suculenta de la familia de las cactáceas (Figura siguiente).

Figura 2-69. Formas de crecimiento de las especies



En relación con la presencia de especies en categorías de conservación se encontraron las siguientes:

Azorella compacta (llareta, Fotografía 2-42): Especie arbustiva, que forma grandes cojines compactos, leñosos. En el área es muy frecuente y en algunas formaciones una de las plantas dominantes en la cobertura. Se encontró en el sector alto del trazado, que cruza los nevados de Putre (cerros de Taapaca). La especie está clasificada como vulnerable por SEGPRES y CONAMA (DS 51 MINSEGPRES 2008).

Fotografía 2-42 Cam 1. *Azorella compacta*, llareta.
Especie vulnerable al nivel nacional



Vegetación

Los resultados de vegetación se muestran en la Tabla siguiente, donde se muestra la clasificación de las comunidades de vegetación y en el Plano 2 del Anexo 2-1b, donde se muestra una cartografía con la distribución de las formaciones vegetales en el área.

Descripción de las formaciones

Tabla 2-46. Clasificación de la vegetación (COT)

Número	Formación vegetal	Especies dominantes	Suelo descubierto	Tipo de vegetación
Cam-1	LB3 H3 S1	Pq,Bs,sv, cB	40%	Tolar-Pajonal
Cam-2	LB 2 H3	Pl, Bs,sl,fo	50%	Tolar-Pajonal
Cam-3	LB 3 H3 pd	Pl,Bs,sl,sv	40%	Tolar
Cam-4	LB3 H3 pd	Pq,Pl,Bs,sv,mp	40%	Tolar-pajonal
Cam-5	LB2 H3 S1 c	Pq,Bs, sv,mp,sl,cB	40%	Tolar-Pajonal
Cam-6	LB2 H3 S1 c	Pq,Bs,sv,fo,mB	50%	Tolar-Pajonal
Cam-7	LB2 H4 S1 pd	Pq,Bs, Ac, fo,sn,cB	40%	Tolar-Llaretal
Cam-8	LB1 H1 me	Wp,Wc, pb, pm	95%	Herbazal de altura
Cam-9	LB3 H2 c	Ac, Pq, pb	50%	Llaretal
Cam-10	LB3 H1 mc	Ac, Pq, Sn,pb,fo	75%	Tolar-llaretal
Cam-11	LB4 H3 S1 d	Ac,So,Pq,fo,sz,cB	20-25%	Tolar-llaretal-pajonal

Cam-12	H6 d	pd, dm, fd	10%	Vega (bofedal)
Cam-13	LB2 H4 pd	Bs, Pq, So, fo	50%	Pajonal
Cam-14	LB1 H3 S1 c	Pq, Bs, fo, cB	50%	Pajonal
Cam-15	LB3 H3 S1 pd	Pq, Bs, fo, cB	25%	Tolar-pajonal
Cam-16	LB3 H3 S1 pd	Bs, Cr, fo, dp, cB	25%	Tolar-pajonal
Cam-17	LB5 H1 pd	Pu, Pl, Pq, fo, sl	25%	Tolar-quebrada
Cam-18	LB4 H2 S1 pd	Bs, Pl, As, fo, cB	25%	Tolar
Cam-19	LB2 H4 pd	Bs, Pq, Cr, fo	25%	Pajonal
Cam-20	LB2 H5 md	Pu, Pl, fd, fo	5-10%	Tolar y vega
Cam-21	LB3 H3 S1 pd	Bs, Pq, As, fo, cB	25%	Tolar-pajonal

Especies dominantes

Leñosas bajas (LB)	Herbáceas (H)	Suculentas (S)	Escala de coberturas
Ac: <i>Azorella compacta</i>	dm: <i>Distichia muscoides</i>	cB: <i>Cumulopuntia boliviana</i>	1 = 1-5%: muy escasa
As: <i>Adesmia spinosissima</i>	dp: <i>Deyeuxia sp.</i>	ssp <i>ignescens</i>	2 = 5-10%: escasa
Bs: <i>Baccharis santelicens</i>	fd: <i>Festuca deserticola</i>		3 = 10-25%: muy clara
Cr: <i>Chuquiraga rotundifolia</i>	fo: <i>Festuca orthophylla</i>		4 = 25-50%: clara
Pl: <i>Parastrephia lepidophylla</i>	mp: <i>Muhlenbergia peruviana</i>		5 = 50-75%: poco densa
Pq: <i>Parastrephia quadrangularis</i>	pb: <i>Pycnohyllum bryoides</i>		6 = 75-90%: densa
Pu: <i>Parastrephia lucida</i>	pd: <i>Phylloscirpus deserticola</i>		7 = 90-100%: muy densa
Sn: <i>Senecio nutans</i>	pm: <i>Pycnophyllum macropetalum</i>		
So: <i>Senecio olivaceobracteatus</i>	sl: <i>Stipa leptostachya</i>		
Wc: <i>Werneria ciliolata</i>	sv: <i>Stipa venusta</i>		
Wp: <i>Werneria poposa</i>	sz: <i>Senecio zoellneri</i>		

Formación Cam-1: tolar con *Parastrephia quadrangularis* y pajonal de *Stipa venusta* (Fotografía 2-43) tiene un carácter mixto; con un estrato arbustivo de hasta 50 cm de altura donde dominan *Parastrephia quadrangularis* y *Baccharis santelicens*; y otro estrato de hierbas perennes, menores, con presencia de *Stipa venusta*. La cobertura de la vegetación alcanza hasta un 60 %. Se encuentra en las quebradillas del inicio del camino, en los alrededores del sector donde se construirá la planta (Plano 2 del Anexo 2-1b).

Fotografía 2-43 Cam 2. Aspecto de la fisonomía de la formación Cam-1 sector con pajonal de *Stipa venusta*



Formación Cam-2: tolar con *Parastrephia lepidophylla*, vegetación predominantemente arbustiva. Entre las hierbas destacan *Stipa leptostachya* y *Festuca orthophylla*. La altura del estrato de arbustos alcanza hasta 80 cm. La cobertura de la vegetación alcanza, a su vez, hasta un 50 %. La formación se encuentra en las quebradillas cercanas al punto donde se inicia el camino (Plano 2 del Anexo 2-1b).

Formación Cam-3: tolar con *Parastrephia lepidophylla*, vegetación arbustiva de hasta 90 cm de altura; además de los arbustos, existe un estrato de plantas herbáceas donde se encuentran *Stipa leptostachya* y *S. venusta*. La cobertura llega hasta 60 %. Se encontró en el fondo de las quebradas principales que se encuentran en el inicio del área del trazado (Plano 2 del Anexo 2-1b).

Formación Cam-4: tolar con *Parastrephia* spp. y pajonal con *Stipa venusta*, formación mixta, con arbustos como *Parastrephia lepidophylla*, *P. quadrangularis* y *Baccharis santelices*; y, hierbas perennes que forman champas como *Stipa venusta*. La cobertura alcanza hasta un 60 % y la altura de la vegetación hasta 1,0 m. Se encuentra en un área cercana al camino A-23, donde planicies y quebradillas estrechas se alternan en una superficie relativamente pequeña por lo que su separación resulta complicada a la escala de esta cartografía (Plano 2 del Anexo 2-1b).

Formación Cam-5: tolar-pajonal: el estrato arbustivo, alcanza unos 50 cm de altura, con dominancia de *Baccharis santelices* y *Parastrephia quadrangularis*; el herbáceo es menor, y está formado por *Stipa venusta*, *S. leptostachya* y estacionalmente, *Muhlenbergia peruviana*; además es frecuente *Cumulopuntia boliviensis*, un cactus en cojín. La cobertura de la vegetación alcanza en hasta un 60 %. Se encontró a lo largo de un sector del camino existente (A-23) (Plano 2 del Anexo 2-1b).

Formación Cam-6: similar a la anterior (Fotografía 2-44), pero con dominancia de *Festuca orthophylla* entre las especies herbáceas. La cobertura alcanza hasta un 50 %. Se encuentra en un tramo del camino ubicado a mayor altitud que la formación anterior (Plano 2 del Anexo 2-1b).

Fotografía 2-44 Cam 3. Aspecto de la vegetación de la formación cam-6.
Formación mixta de tolar de *Parastrephia quadrangularis* y pajonal de *Festuca orthophylla*



Formación Cam-7: tolar-llaretal (Fotografía 2-45): Consta de dos estratos, uno arbustivo con *Azorella compacta* (llareta), *Parastrephia quadrangularis* y *Baccharis santelices*, de hasta 60 cm de altura y otro de hierbas perennes, con dominancia de *Festuca orthophylla*, siendo también frecuente el cactus en cojín *Cumulopuntia boliviensis*. La cobertura alcanza hasta un 60 %. Se encuentra en el camino A-23, al inicio de la subida a los cerros de Taapaca, entre 4400 y 4700 m de altitud (Plano 2 del Anexo 2-1b).

Fotografía 2-45 Cam 4. Aspecto de la formación cam-7 pajonal con *Festuca orthophylla* con llaretas (*Azorella compacta*)



Cam-8: Formación de herbazal de altura (Fotografía 2-46): corresponde con una formación con un estrato arbustivo, de hasta 10 cm de altura y uno herbáceo de altura similar. La cobertura de la formación alcanza a un 5 %. Las especies dominantes son *Werneria poposa* (pupusa) y *Werneria ciliolata* (Fotografía 2-47) en el estrato arbustivo y *Pycnophyllum bryoides* (llaretilla-Fotografía 2-48) y *P. macropetalum* en el herbáceo. La formación muestra una cobertura y riqueza de especies muy bajas, pues se trata de ambientes muy poco propicios para la vegetación. Se encuentra en laderas de exposición sur, sobre los 4700 m de altitud (Plano 2 del Anexo 2-1b).

Fotografía 2-46 Cam 5. A la izquierda se observa la formación cam-8 del herbazal de altura; a la derecha, el llaretal (formación 9)



Fotografía 2-47 Cam 6. *Werneria ciliolata* (pupusa) una de las dominantes en la formación cam-8



Fotografía 2-48 Cam 7. *Pycnophyllum bryoides* (llaretilla)
hierba perenne en cojín, presente en las formaciones cam-8, 9 y 10



Formación Cam-9: llaretal de altura con presencia de cojines *Azorella compacta* que pueden alcanzar hasta 1 m de altura; entre los arbustos se encuentra como co-dominante *Parastrephia quadrangularis*; entre las hierbas perennes, destacan los cojines de *Pycnophyllum bryoides* (llaretilla). La cobertura de la vegetación alcanza hasta un 50 %. Se encontró en las laderas de exposición norte, entre 4700 y 4800 m (Plano 2 del Anexo 2-1b).

Formación Cam-10: tolar-llaretal (Fotografía 2-49) paisaje vegetal donde se registra una co-dominancia entre las llaretas y los arbustos del tolar. En el estrato arbustivo crecen *Azorella compacta*, cuyos cojines alcanzan hasta 100 cm de altura y arbustos (tolas) de hasta 50 cm de altura con presencia de *Senecio nutans* (chachacoma Fotografía 2-50) y *Parastrephia quadrangularis* (Fotografía 2-51) Las hierbas presentan menor cobertura; entre ellas destacan *Senecio zollnerii* (chuku chuku, Fotografía 2-52) una especie endémica del altiplano de Arica y *Festuca orthophylla* (iro, paja brava). La formación alcanza una cobertura de hasta 25 % y se ubica en laderas de exposición norte entre 4750 y 4800 m de altitud (Plano 2 del Anexo 2-1b).

Fotografía 2-49 Cam 8. Aspecto de la vegetación de la formación cam-10 de tolar-llaretal.



Fotografía 2-50 Cam 9. *Senecio nutans*, chachacoma dominante en la formación cam-10



Fotografía 2-51 Cam 10. *Parastrephia quadrangularis* especie de amplia distribución en el área de proyecto, dominante en la formación cam-10



Fotografía 2-52 Cam 11. *Senecio zoellnerii*. Hierba perenne. Especie endémica de la Región XIV. Crece en las formaciones cam-10 y cam-11



Formación Cam-11: tolar-llaretal-pajonal (Fotografía 2-53) se encuentran, un estrato de arbustos de hasta 70 cm de altura, donde dominan *Azorella compacta* (llareta), *Baccharis santelicens*, *Parastrephia quadrangularis* y *Senecio olivaceobracteatus* (Fotografía 2-54) y uno herbáceo, con presencia dominante de la gramínea en champa *Festuca orthophylla*; *Cumulopuntia boliviensis* (Fotografía 2-55) es la única cactácea en el área. La cobertura puede alcanzar hasta un 80 %. Se

ubica en laderas de exposición norte ubicadas entre 4300 y 4500 m de altitud (Plano 2 del Anexo 2-1b).

Fotografía 2-53 Cam 12. Aspecto de la vegetación de la formación cam-11



Ac: *Azorella compacta*, As: *Adesmia spinosissima*,
Pq: *Parastrephia quadrangularis*; So: *Senecio olivaceobracteatus*; fo: *Festuca orthophylla*

Fotografía 2-54 Cam 13. *Senecio olivaceobracteatus* dominante en la formación cam-11 (tolar-llaretal-pajonal).



Fotografía 2-55 Cam 14. *Cumulopuntia boliviana* ssp. *ignescens*, la única cactácea en el área del proyecto



Formación Cam-12: vega (Fotografía 2-56): corresponde a vegetación de tipo azonal (intrazonal, *sensu* Luebert y Plischoff, 2007) asociada a cursos de agua con escurrimiento horizontal y lento. Son comunidades con dominancia de hierbas perennes, con presencia de especies en rosetas muy apretadas como *Distichia muscoides* y *Phylloscirpus deserticola*. La cobertura vegetal es alta, alcanzando en el área de influencia del curso de agua hasta un 100 %. En los márgenes de algunas de ellas crecen arbustos como *Parastrephia lepidophylla* y *Parastrephia lucida*. Las vegas de altura donde se identifica la presencia de especies como *Distichia muscoides* son llamadas “bofedales”, como la que se observa en la quebrada Umaxa, ubicada a más de 4700 m de altitud. Vegas similares tipo bofedal se registran también en las nacientes de otras quebradas presentes en el área, como Socanave, Pacoyo y Japane (Plano 2 del Anexo 2-1b).

Fotografía 2-56 Cam 15. Formación cam-12.

Vega de tipo vega-bofedal con *Distichia muscoides* y *Phylloscirpus deserticola* como especies dominantes



Formación cam-13: pajonal (Fotografía 2-57) de *Festuca orthophylla*, iro o paja brava, de amplia distribución en el sector. La formación tiene un estrato herbáceo de 25-50 % y hasta 50 cm de altura, donde predomina la paja brava, una gramínea que forma champas, que es acompañada por arbustos como *Parastrephia quadrangularis* y *Baccharis santelicensis* que no sobrepasan un 10 % de la cobertura. Se distribuye en las laderas de exposición sur o con componente sur, entre 4300 y 4500 m de altitud (Plano 2 del Anexo 2-1b).

Fotografía 2-57 Cam 16. Formación cam-13.
Pajonal de *Festuca orthophylla*, el iro o paja brava.
Dominante además en varias formaciones del área de proyecto



Formación Cam-14: pajonal muy similar al anterior, pero difiere en la cobertura de arbustos y hierbas y en la presencia de la suculenta *Cumulopuntia boliviensis* (Plano 2 del Anexo 2-1b).

Formación Cam-15: tolar-pajonal (Fotografía 2-58), formación mixta con un estrato arbustivo de hasta 50 cm de altura, con dominancia de *Parastrephia quadrangularis* y *Baccharis santelices*; y uno herbáceo, con dominancia de *Festuca orthophylla*, de menor altura. La cobertura de la vegetación alcanza hasta 75 %. La formación ocupa las laderas de exposición norte bajo los 4500 m de altitud (Plano 2 del Anexo 2-1b).

Fotografía 2-58 Cam 17. Tolar-pajonal (formación cam-15) y vegas de tipo bofedal (formación cam-12). Nacientes de la quebrada Socanave



Formación Cam-16: tolar-pajonal (Fotografía 2-59), formación mixta, similar a la anterior, pero con dominancia de especies como *Baccharis santelicis* y *Chuquiraga spinosa* ssp. *rotundifolia* que sobrepasa los 120 cm de altura; entre las hierbas destacan *Festuca orthophylla* y una especie *Deyeuxia* no identificada. La cobertura de la vegetación alcanza hasta un 75 %. Crece en un sector pequeño, con afloramiento de granito (Plano 2 del Anexo 2-1b)

Fotografía 2-59 Cam 18. Aspecto de la formación cam-16.
En primer plano *Chuquiraga rotundiolia*



Formación Cam-17: tolar en quebrada (Fotografía 2-60), destacan entre las dominantes los arbustos *Parastrephia lucida* y *Parastrephia lepidophylla*; la altura de la vegetación alcanza hasta 120 cm. La cobertura, a su vez, a un 75 %. La formación es poco frecuente y se encontró en los cruces de las quebradas (Plano 2 del Anexo 2-1b).

Fotografía 2-60 Cam 19. Formación cam-17
tolar de *Parastrephia lucida* y *P. lepidophylla*. Al fondo una vega de tipo bofedal
(formación cam-12). Nacientes de la quebrada Socanave



Formación Cam-18: tolar con dos estratos; uno formado por arbustos con 50-75 % de cobertura y hasta 100 cm de alto; donde las especies dominantes son *Baccharis santelicii* y *Parastrephia lepidophylla*, y otro herbáceo que alcanza a un 10 %, donde crece *Festuca orthophylla* como dominante; también hay presencia, con baja cobertura, del cactus *Cumulopuntia boliviana* ssp. *ignescens*. La formación crece en las laderas de exposición norte ubicadas en el extremo inferior del gradiente de altitud, en el sector de la quebrada de Pacoyo (Plano 2 del Anexo 2-1b).

Formación Cam-19: pajonal con *Festuca orthophylla* y escasa presencia de arbustos como *Parastrephia quadrangularis* y *Chuquiraga spinosa* ssp. *rotundifolia* (Foto CAM-20) La cobertura de la vegetación alcanza hasta un 75 %. Se encuentra en laderas de exposición sur en el límite inferior del proyecto, llegando al cruce con la carretera internacional (Plano 2 del Anexo 2-1b).

Fotografía 2-61 Cam 20. Formación cam-19
pajonal de *Festuca orthophylla*; se observa un ejemplar de *Azorella compact* (llareta),
muy escasa en esa parte del camino



Formación Cam-20: tolar con vega (Fotografía 2-62), paisaje vegetal mixto que corresponde también a vegetación intrazonal, asociada a cursos de agua con escurrimiento rápido, tipo quebrada. La vegetación corresponde a un tolar con una cobertura de arbustos que alcanza hasta un 75 %, y una altura de hasta 150 cm; en ella predominan *Parastrephia lucida* (uma tola) y *Parastrephia lepidophylla*; entre las hierbas, se registró a *Festuca deserticola* y *Festuca orthophylla* con cobertura de hasta 70 %. Este tipo de comunidad vegetal se registra en las quebradillas y quebradas desde los 4265 m de altitud

Formación Cam-21: tolar donde las especies dominantes son *Adesmia spinosissima*, *Baccharis santelicensis* y *Parastrephia quadrangularis*; la altura del estrato alcanza hasta 70 cm; además, existe un estrato equivalente en cobertura con herbáceas perennes donde destaca *Festuca orthophylla*. La cobertura de la formación alcanza hasta 75 %. Se registró cerca del cruce del camino con la carretera internacional (Fotografía 2-62 y Plano 2 del Anexo 2-1b).

Fotografía 2-62 Cam 21. Tolar-pajonal en la ladera (formación cam-21) y vega en la quebrada Japane (formación cam-20)



Dada la presencia importante de *Azorella compacta* (llareta) especie en categoría de vulnerable, en este sector del proyecto; en la Tabla siguiente se muestra el número estimado de individuos de esa especie en la franja de despeje, para cada formación.

Tabla 2-47. Número estimado de individuos de *Azorella compacta* en la franja de despeje, por tipo de formación

Número	Número de llaretas franja de despeje
Cam-1	0
Cam-2	0
Cam-3	0
Cam-4	0
Cam-5	0
Cam-6	0
Cam-7	905
Cam-8	0
Cam-9	1050
Cam-10	240
Cam-11	90
Cam-12	20

Cam-13	5
Cam-14	2
Cam-15	7
Cam-16	0
Cam-17	0
Cam-18	0
Cam-19	1
Cam-20	0
Cam-21	0

2.5.1.6 Discusión

Área planta-mina

Flora

La ausencia de especies exóticas da cuenta del buen estado de conservación de las comunidades vegetales, aunque también de las condiciones difíciles de vegetación que tienen las plantas en el área. La escasa presencia de especies endémicas de Chile es algo esperable para ecosistemas que se encuentran bien representados en Chile y en los países vecinos. En términos de formas de crecimiento en ambientes fríos como los estudiados, la presencia mayoritaria de arbusto y hierbas perennes es un resultado esperable. En relación con las especies amenazadas, no se registró la presencia de especies en alguna categoría de conservación oficial según el proceso formal de clasificación de especies (DS 75/05 MIIINSEGPRES). Sin embargo, en el área crecen: *Clinanthus humilis* (Iridaceae), una hierba perenne, bulbosa; *Tillandsia virescens* (Bromeliaceae), *Cheilanthes pruinata* y *Pellaea ternifolia*, en categoría de conservación según clasificaciones referenciales. Las cuatro especies crecen en ambientes de tolar de *Fabiana ramulosa*, en sitios con presencia de suelos superficiales o creciendo directamente en sitios rocosos, bien iluminados. En términos de la presencia de endemismos destacan *Acantholippia tarapacana* y *Senecio zollnerii*, restringidos a la Región XV de Arica y Parinacota.

Vegetación

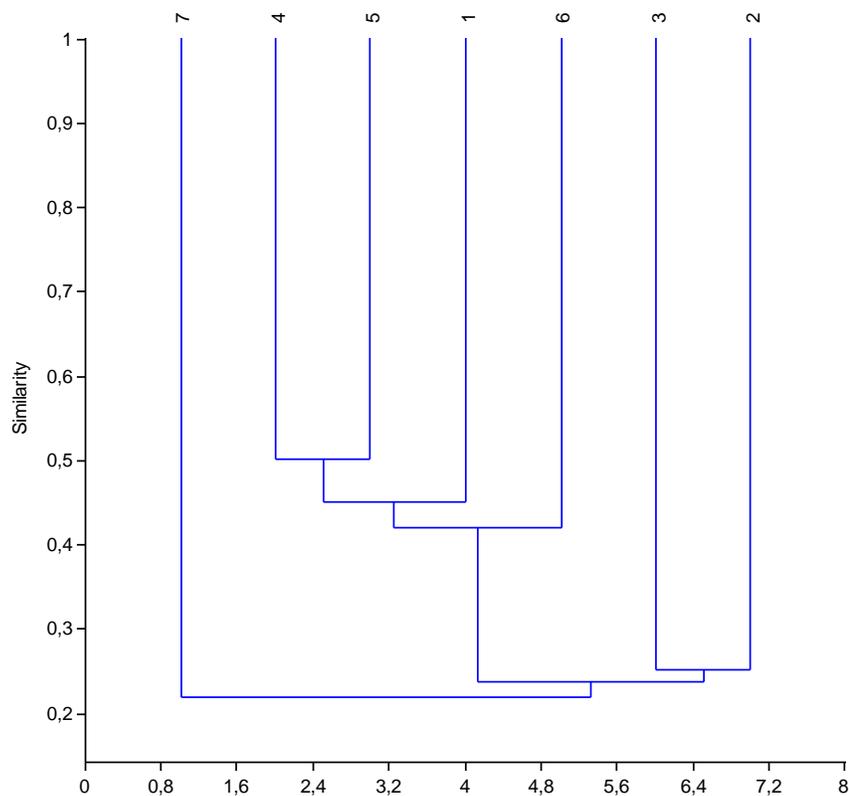
En la figura siguiente se muestra un análisis de clúster basada en el cálculo de índices de similitud entre los 7 tipos de formaciones en que se clasificó la vegetación del área planta-mina. Se observa que ésta forma tres grupos bien delineados: las formaciones 2 y 3 son parte de un grupo dominado por especies de *Parastrephia*, en tanto que las formaciones 1, 4, 5 y 6 reúnen a aquellas donde predomina *Fabiana ramulosa*; finalmente, distanciada del resto se presenta la formación 7, que es la que se encuentra en el cauce del río Lluta.

Estos resultados coinciden con la propuesta de Gajardo en el sentido de distinguir una asociación de *Fabiana densa* (*ramulosa*) y *Tagetes multiflora* para la Región de la Estepa Andina-subregión del Altiplano y la Puna; formación de la estepa arbustiva pre-altiplánica; y de *Parastrephia quadrangularis* y *Festuca orthophylla*, para la Región de la Estepa Andina-subregión del Altiplano y la Puna; formación de la estepa altoandina altiplánica. También es coincidente con las de Luebert

& Piscoff (2006), en relación con esta última, las formaciones dominadas por *Parastrephia* pertenecen al piso del matorral bajo tropical andino de *Parastrephia lepidophylla* y *P. quadrangularis*; y en el caso de las con *Fabiana ramulosa*, al piso del matorral bajo tropical andino de *Fabiana ramulosa* y *Diplostephium meyenii*. En los dos casos se trata de formaciones de amplia distribución en las Regiones XV y I, y también en países vecinos como Perú y Bolivia. Desde el punto de vista de la conservación, sin embargo, las comunidades del piso de *Fabiana ramulosa* están menos resguardadas en el SNASPE regional y nacional.

En el área de impacto directo del proyecto no se presentan formaciones de vegas ni bofedales, las vegas se ubican solo en el cauce del río Lluta, que se encuentra fuera del área de impacto directo, desde el punto de vista de la vegetación.

Figura 2-70. Análisis de similitud entre formaciones de vegetación



	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Acueducto

Flora

Al igual que en el área planta-mina, la ausencia de especies exóticas da cuenta del buen estado de conservación de las comunidades vegetales, aunque también de las condiciones difíciles de vegetación que tienen las plantas en el área. La escasa presencia de especies endémicas de Chile es algo esperable para ecosistemas que se encuentran bien representados en Chile y en los países vecinos. En términos de formas de crecimiento en ambientes fríos como los estudiados, la presencia mayoritaria de arbusto y hierbas perennes es un resultado esperable.

En relación con las especies amenazadas, en la quebrada de Milluni, ubicada a unos 500 m al SE de la toma de agua- que se emplaza en la quebrada Taapaca-, crecen algunos individuos de *Polylepis tarapacana* y de *Azorella compacta*, ambas protegidas.

Vegetación

La diversidad de formaciones de vegetación en que se clasificó la vegetación está dada por la sucesión de quebradas pequeñas y medianas (fluvios) y planicies (interfluvios), y al gradiente de altitud. En las planicies ubicadas a mayor altitud se encuentra como dominante a *Festuca orthophylla*, en tanto que a menor altitud, la dominancia pasa a ser de *Stipa venusta*. En las quebradillas y quebradas predominan las especies de *Parastrephia*, particularmente *P. lepidophylla*, con presencia de *Stipa leptostachya* como especie característica para esas formaciones.

Las formaciones que se encontraron en el trazado del acueducto corresponden en buena medida con las propuestas de Gajardo (1994); particularmente con la composición de especies de la asociación *Parastrephia quadrangularis* y *Festuca orthophylla*, perteneciente a la formación de la estepa altoandina altiplánica, que se ubica a su vez en la para la Región de la Estepa Andina-subregión del Altiplano y la Puna. En el caso de la comparación con la propuesta de Luebert y Pliscoff (2008), las comunidades corresponden con las de los pisos de *Parastrephia lucida* y *Azorella compacta*, a pesar de la ausencia en el área de la primera que es reemplazada en el área por *Parastrephia lepidophylla*.

La toma de agua se efectúa directamente desde la quebrada de Taapaca. En el área de la toma de agua no existen vegas.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Camino de acceso

Flora

El área presenta una riqueza importante de especies considerando que se trata de la franja estrecha de despeje de un trazado lineal. Ello debido a que el camino de acceso presenta una mayor diversidad de situaciones ambientales, como un gradiente de altitud que va desde 3800 hasta 4700 m de altitud, además de variaciones en la exposición de las laderas y la presencia de quebradas y vegas. Entre las especies amenazadas, *Azorella compacta* es frecuente y localmente abundante en el área.

Vegetación

Las comunidades que existen en esta área del proyecto llegaron hasta 20, siendo el sector más diverso del proyecto desde el punto de vista de la vegetación. En términos de su clasificación u ordenación, estas se pueden reunir bajo las siguientes tipos mayores: herbazales andinos con *Pycnophyllum bryoides*, en los sitios ubicados mayor altitud; comunidades con *Azorella compacta* y *Festuca orthophylla* (pajonal con llaretas); pajonales puros de *Festuca orthophylla*; y tolares mixtos o puros con dominancia de arbustos de *Parastrephia* spp y *Baccharis santelices*. Junto con estas comunidades se encuentran formaciones de tipo intrazonal (*sensu* Luebert y Pliscoff, 2008) como las vegas de los fondos de quebrada con *Deyeuxia* spp. y *Festuca deserticola*, las que ya han sido intervenidas por la carretera existente (A-23).

Las formaciones se pueden ubicar en el esquema de Luebert y Pliscoff (2008) en los pisos del Matorral bajo tropical andino de *Parastrephia lucida* y *Azorella compacta* y del Matorral bajo tropical andino de *Azorella compacta* y *Pycnophyllum molle*.

2.5.1.7 Conclusiones

Flora

Las áreas que forman el proyecto “Manganeso Los Pumas” presentan riquezas de especies de flora vascular que van entre 63 y 68 especies. En ninguna de las áreas se registran especies introducidas. El número de especies endémicas de Chile varía entre 2 (planta) y 10 (camino). Las formas de crecimiento dominantes en las tres áreas son las hierbas perennes y los arbustos por lo que el paisaje tiene un carácter de matorral bajo, de un pajonal o una formación mixta con ambos elementos. En relación con las especies clasificadas en categorías de conservación; en el área mina-planta no se registró la presencia de especies en alguna categoría de conservación oficial según el proceso formal de clasificación de especies (DS 75/05 MINSEGPRES). Sin embargo, se registró la presencia de 4 especies en alguna categoría de conservación según clasificaciones referenciales: *Clinanthus humilis* (ex *Stenomesson chilensis*), clasificada como rara; *Cheilanthes pruinata* (cusupe) clasificada como rara; y *Pellaea ternifolia* (cusupe), clasificada como insuficientemente conocida, las dos últimas, helechos xerofíticos y saxícolas (Adiantaceae) y *Tillandsia virescens*, clavel del aire, una bromeliácea saxícola, carente de raíces ubicada en rocas que reciben humedad de las neblinas, clasificada como vulnerable. En el área del acueducto

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

crecen *Polylepis tarapacana* (queñoa) y *Azorella compacta* (llareta), ambas clasificadas como vulnerables. En el área del camino se encuentra sólo *Azorella compacta*.

Vegetación

Para el área planta mina se distinguieron 7 formaciones de vegetación, que representan al tolar de *Fabiana ramulosa*, al tolar-pajonal de *Parastrephia* spp y *Stipa venusta* y a vegetación de vegas asociada al río Lluta. El tolar de *Fabiana ramulosa* crece principalmente entre 3800 y 3500 m de altitud; en tanto que el tolar-pajonal entre 3800 y 4100 m. Para el área del acueducto se distinguieron 10 formaciones; 2 de ellas corresponden a formaciones de planicies con dominancia de pajonal de *Festuca orthophylla* o de *Stipa venusta*, y presencia de arbustos bajos como *Parastrephia quadrangularis* o *Baccharis santelices*. En las quebradas y quebradillas la cobertura de los arbustos aumenta y son dominantes *Parastrephia lepidophylla* y *Baccharis santelices*, ambas conocidos localmente como tolas. Finalmente el área del camino de acceso presenta la mayor complejidad pues la vegetación se clasificó en 20 formaciones diferentes; en ella se encuentran herbazales con *Pycnophyllum bryoides*, llaretales con *Azorella compacta*, pajonales con *Festuca orthophylla*, tolares con *Parastrephia quadrangularis*, *Baccharis santelices* y *Parastrephia lepidophylla*, formaciones azonales de pajonal húmedo con *Deyeuxia* spp y *Festuca deserticola*.

En general las formaciones corresponden a comunidades de amplia distribución en las Regiones XV y I, y también en países vecinos.

2.5.2 Fauna

2.5.2.1 Introducción

Desde el punto de vista faunístico, las comunidades locales se encuentran representadas por especies altamente adaptadas a la vida en condiciones ambientales extremas. En estos ambientes de desierto, un elemento clave para el desarrollo de la vida lo constituye la existencia de agua (Veloso y Nuñez, 1998); ya sean aguadas, vegas o napas.

En general, el área norte de Chile ha sido señalada por diversos autores como una zona de gran relevancia para la biodiversidad, puesto que las condiciones naturales del área imponen importantes restricciones a los seres vivos, favoreciendo el desarrollo de endemismos. A ello se debe agregar el poco conocimiento existente de las taxa presentes en el área (Veloso y Nuñez, 1998).

En el contexto del área analizada, Noy-Meir (1973, 1985, citado por Jaksic *et al* 1997) señala que los ecosistemas del Norte Grande de Chile corresponden esencialmente a ecosistemas desérticos. Ellos se caracterizan por: (a) baja productividad; (b) productividad muy variable y dependiente de las precipitaciones y la disponibilidad de nutrientes, principalmente nitrógeno; (c) alto cociente productividad/biomasa esto es, tasa de recambio o producción relativa; (d) alto cociente entre biomasa sobre y bajo el suelo; (e) baja eficiencia de utilización de la producción de plantas por

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

parte de los herbívoros; (f) biomasa de plantas removida principalmente por erosión; (g) baja riqueza de especies, la cual está correlacionada con las precipitaciones.

2.5.2.2 Objetivos

Objetivo General

El objetivo del presente estudio fue describir la componente fauna de vertebrados terrestre en las áreas que se contemplan actividades asociadas a la ejecución del Proyecto.

Objetivos Específicos

Determinar la riqueza específica de la fauna de vertebrados terrestres en la zona del proyecto.
 Describir la distribución espacial de la fauna de vertebrados presentes en las áreas de estudio.
 Determinar la presencia de especies con problemas de conservación.

2.5.2.3 Área de influencia

Cabe destacar, que para el caso de la Fauna se realiza una prospección de dicho componente ambiental en tres áreas diferentes: Por un lado, se realizó una prospección al área donde se ubica el Proyecto de Exploración Minera, ubicado a unos 25 Km. al noreste de la localidad de Putre, con el fin de identificar la fauna terrestre que se desarrolla en el área del proyecto.

Los vértices del polígono del área de estudio se muestran en la tabla siguiente. La superficie del área de estudio abarca 6.311,54 ha.

Tabla 2-48. Coordenadas geográficas de cada vértice del área de estudio.

Vértices	Coordenadas UTM	
	Este	Norte
1	432.000	8.013.000
2	432.000	8.010.000
3	431.000	8.010.000
4	431.000	8.001.962
5	437.000	8.002.000
6	437.000	8.013.000

Adicionalmente, se realizó el levantamiento del área del trazado del camino de acceso al proyecto de 5 km y del acueducto de 15 km. Estos están ubicados en sectores de matorrales correspondientes a una transición entre la estepa arbustiva prealtiplánica y la estepa altiplánica. Para efectos de la fauna se consideró como área de influencia directa las obras mencionadas considerando una franja de 200 m a cada lado del trazado. El área estudiada se encuentra ubicada en las cercanías del triángulo conformado por las rutas A-155, A-23 y A-125, donde además existen otras huellas vehiculares, lo que representa un grado de intervención previa del área.

Y por último, se realizó el levantamiento del área a mejorar de la ruta A-23, donde se recorrió el trazado de camino a modificar por el proyecto, aproximadamente 17 kms. En la actualidad el camino existe (ruta A-23), corresponde a un camino de tierra, el cual será ensanchado para los propósitos del proyecto. En el trazado del mismo, se definió puntos de muestreos para vertebrados, los que se señalan en la tabla siguiente.

Tabla 2-49. Puntos de muestreos

Puntos	Coordenada Este	Coordenada Norte	Ambientes
P1	443.106	8.001.487	tolar
P2	443.377	8.000.717	pajonal
P3	442.828	7.999.302	desnudo
P4	443.489	7.998.888	pajonal
P5	442.801	7.997.920	tolar
P6	442.780	7.997.155	tolar
P7	442.807	7.996.255	tolar
P8	442.851	7.995.235	vega
P9	442.819	7.995.200	tolar
P10	444.671	7.992.129	tolar
P11	446.542	7.991.371	vega
P12	447.052	7.990.548	tolar

Fotografía 2-63. Vista Ruta A-23



Fotografía 2-64. Ambiente de tipo Tolar



Fotografía 2-65. Ambiente con predominio de pajonal con presencia de Vicuñas



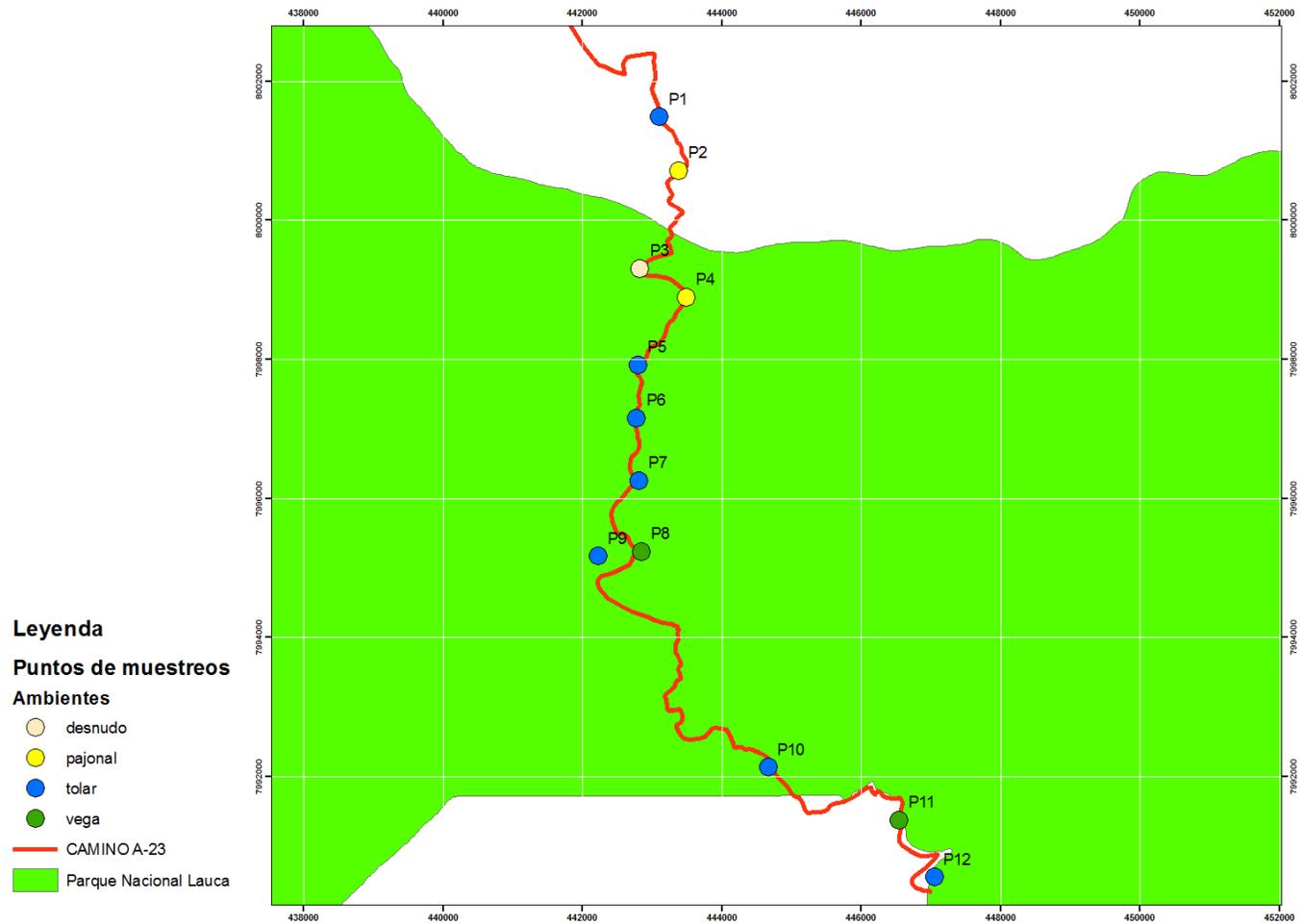
Fotografía 2-66. Vega punto de muestreo P8



Fotografía 2-67. Vega en punto de muestreo P11



Figura 2-71 Puntos de muestreos de fauna en el área de estudio.



2.5.2.4 Metodología

Área faena

Con el fin de elaborar un catastro de las especies posibles de encontrar en el área de estudio, se realizó una revisión de la literatura general, con énfasis en la biota de la zona del extremo norte de Chile. La consulta bibliográfica incluyó las siguientes referencias: para anfibios y reptiles Cei (1962) y Donoso-Barros (1966), para aves se consultó a Jaramillo (2003), y en el caso de los mamíferos se revisó a Muñoz-Pedrerros & Yañez (2000) e Iriarte (2008). Además de lo anterior, se utilizó la literatura científica y técnica publicada para el área, en relación con las especies de vertebrados terrestres del área de estudio.

El levantamiento de información de terreno fue realizado durante los días 5 y 6 de febrero de 2010, por la consultora CEDREM. Durante esos días, se recorrió la mayor parte del área del proyecto, realizando muestreos entre las 9:30 hrs. y 19:00 hrs. aproximadamente. Los registros se realizaron en diferentes sectores del proyecto, tratando de cubrir la mayor superficie del área de estudio.

En total se realizaron 13 muestreos (Tabla siguiente) recorrido por dos personas equipadas con binoculares y cámaras fotográficas de alta resolución. Para determinar la riqueza de especies, en cada muestreo se registraron todas las especies de animales observadas, ya sea de forma directa o indirecta. Para determinar la abundancia, se contaron todos los individuos observados de todas las especies registradas. Los reptiles se muestrearon en recorridos levantando piedras y moviendo vegetación cuidando no dañar el hábitat natural, mientras que los anfibios se buscaron en los cuerpos de agua. Para las aves se utilizó registro auditivo y visual. Los mamíferos se registraron de forma directa por medio de avistamientos, y en forma indirecta a través de fecas, huellas, madrigueras, revolcaderos y defecaderos. Además, se instalaron tres estaciones de cámaras-trampas¹⁰ (Bushnell Trophy Cam), con la finalidad de detectar actividad de especies animales.

Tabla 2-50. Ubicación de los sitios de muestreo realizados en el área de estudio y las estaciones de trampas-cámara.

Puntos de muestreo	Coordenada ESTE	Coordenada NORTE	Altitud (msnm)
1	432416	8006801	3612
2	432220	8006844	3556
3	432253	8010434	3760
4	433266	8010332	3613
5	433509	8005694	3819
6	433102	8002372	3775
7	433069	8003770	3771

10 Las cámaras-trampa, como su nombre lo dice, son con cámaras fotográficas automáticas equipadas con un sensor que se activa con movimiento. Estas cámaras-trampa toman fotografías de todo objeto detectado por el sensor tanto de día como de noche puesto que se encuentra equipado con flash automático.

Puntos de muestreo	Coordenada ESTE	Coordenada NORTE	Altitud (msnm)
8	432455	8006392	3724
9	432889	8005895	3758
10	433211	8005026	3788
11	435595	8006965	3916
12	432568	8011455	3870
13	436682	8008588	3913
Cámara 1	432889	8005895	3758
Cámara 2	432231	8010376	3766
Cámara 3	433255	8010313	3614

Para identificar las especies animales se siguieron las descripciones de Cei (1962) y Donoso – Barros (1966) para la herpetofauna, de Jaramillo (2003) para las aves, y para mamíferos se siguieron las descripciones de Muñoz – Pedreros & Yañez (2000) e Iriarte (2008). En caso de tener dudas con respecto a la identificación de alguna especie, se enviaron registros fotográficos a especialistas del taxón para su reconocimiento en laboratorio.

Las especies registradas se clasificaron según el grado de endemismo para Chile y en relación al estado de conservación de las especies. Se revisó el Reglamento de clasificación de especies (D.S. 75/05) y decretos posteriores (D.S. 151/06, D.S. 50/08 y D.S. 51/08), el Reglamento de la Ley de Caza del SAG (D.S. 05/98) y el Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile.

Camino de acceso y acueducto

Para generar un catastro de las especies potenciales en el área de estudio se realizó una revisión de la literatura general sobre fauna de la zona norte de Chile y específica en relación al área de estudio. También se revisó las bases de datos de las colecciones del Museo Nacional de Historia Natural (considerando las especies citadas en Núñez, 1992; y Torres-Mura, 1991). Además se consultó los trabajos generales de Jaksic (1996), Lazo y Silva (1993), Simonetti et al. (1995) y Torres-Mura (1994) que contienen una extensa bibliografía, y como una fuente adicional se revisó las páginas bibliográficas de Enrique Silva en la red global (www.bio.puc.cl/auco).

En terreno (junio 2010) se determinaron los hábitats más característicos en las dos áreas de estudio, realizando observaciones (a ojo desnudo y con binoculares). La fauna fue prospectada visualmente en toda el área y también se buscó la presencia de especies mediante herramientas indirectas siguiendo las recomendaciones de CONAMA (1994, 1996). El estudio estuvo a cargo del Sr. Juan Carlos Torres, Biólogo, Ms. Sc.

Clasificación del Estado de Conservación

La Ley de Bases del Medio Ambiente (Ley N° 19.300 de 1994) en su Artículo 37 establece que un “reglamento fijará el procedimiento para clasificar las especies de flora y fauna silvestres, sobre la base de antecedentes científico-técnicos, y según su estado de conservación, en las siguiente categorías: Extinguidas, En Peligro de extinción, Vulnerables, Raras, Insuficientemente Conocidas y Fuera de Peligro”. En junio de 2004 el Decreto Supremo N° 75 del Ministerio Secretaría General de

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

la Presidencia aprobó el Reglamento para Clasificación de Especies Silvestres, el que establece las disposiciones que rigen el procedimiento para la clasificación de especies de flora y fauna silvestre en las categorías de conservación a que alude el artículo 37 de la ley N° 19.300. En concordancia con ese reglamento, los D. S. N° 151 de diciembre de 2006, D. S. N° 50 y D. S. N° 51 de junio 2008 y D.S. N° 23 de marzo 2009 (MINSEGPRES) oficializaron las clasificaciones del estado de conservación de numerosas especies de flora y de fauna silvestre. De acuerdo a lo anterior, para establecer el estado de conservación de la fauna de vertebrados (considerando en este caso de los reptiles, las aves y los mamíferos), se utiliza como referencia los D. S. de MINSEGPRES.

En forma complementaria con lo anterior, para el estado de conservación de las otras especies de vertebrados tetrápodos no incluidos en el RCES se utilizan los estados de conservación consignados en la Ley de Caza y su Reglamento (establecidos por el Decreto Supremo N°05 de enero de 1998; SAG 2008), que contiene un listado de los vertebrados terrestres de Chile y su estado de conservación. La clasificación mencionada, usa las categorías En Peligro, Vulnerable, Rara, Inadecuadamente Conocida y Fuera de Peligro, definiendo estados de conservación por regiones o zonas del país (en este caso zona norte).

Ruta A-23

El estudio estuvo a cargo del Sr. Gabriel Lobos, V., Dr. en Ciencias Silvoagropecuarias y Veterinarias de la Universidad de Chile. Para esta área, se realizó una visita de terreno el día 8 de abril de 2011, aplicando la metodología que se detalla a continuación:

Anfibios

Se realizaron búsquedas en los ambientes frecuentados por esta fauna. Se realizaron búsquedas directas levantando piedras y otros potenciales refugios. El método principal de búsquedas fue el “Visual Encounter Surveys” (VES), consistente en búsquedas activas de anfibios por al menos 15 minutos/por una personas/por estación de muestreo.

Reptiles

Para detectar la presencia de reptiles se realizaron búsquedas en los ambientes frecuentados por herpetozoos. Estas búsquedas se efectuaron en las diferentes áreas identificadas, durante un esfuerzo de observación de 15 minutos (se recorrió 50 metros de largo por 2 de ancho), con el objetivo de determinar las especies asociadas a cada uno de estos ambientes. Las técnicas de muestreo, para reptiles comprendieron solo observaciones directas.

Aves

Fueron observadas en toda el área, para su identificación se utilizaron binoculares junto al registro de sus cantos especie – específicos. En cada estación de muestreo se registró la presencia de aves observadas durante un esfuerzo de observación de 15 minutos por punto de observación.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Micromamíferos

Se determinó la presencia de micromamíferos de manera indirecta (fecas) y observaciones directas en roqueríos.

Macromamíferos

Para los macromamíferos se realizó observación directa e indirecta como huellas, feces, madrigueras, entre otros (Aranda 2000).

Los esfuerzos se centraron en la detección de especies con problemas de conservación que pudieran ser afectadas por el proyecto. También se consideró la presencia de ambientes singulares por ser sitios de reproducción o algún otro atributo.

Criterios de categorización de la fauna de vertebrados terrestres con problemas de conservación

Con la información faunística proveniente de los levantamientos de terreno, se utilizó como criterio de clasificación de especies con problemas de conservación, la Ley de Caza N° 19.473 publicada en el Diario Oficial y su reglamento, D.S: N° 5 (SAG, 2009). La elección del criterio obedeció a que la actual clasificación de especies de CONAMA aún se encuentra en proceso para algunos taxa principalmente para los herpetozoos, micromamíferos y aves.

Según el DS 05/98 MINAGRI, Reglamento Ley de Caza, que reconoce las siguientes categorías:

B= Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria

S= Especie catalogada con densidades poblacionales reducidas

E= Especie catalogada como beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales

P= En Peligro de Extinción

V= Vulnerables

R= Raras

I= Inadecuadamente conocida

De acuerdo a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza se entiende por:

En Peligro de extinción (P): Taxa en peligro de extinción y cuya supervivencia es poco probable si los factores causales de peligro continúan operando.

Vulnerables (V): Taxa de los cuales se cree que pasarán en el futuro cercano a la categoría En Peligro si los factores causales de la amenaza continúan operando.

Raras (R): Taxa cuya población mundial es pequeña, que no se encuentran actualmente En Peligro, ni son Vulnerables, pero que están sujetas a cierto riesgo.

Inadecuadamente Conocida (I): Taxa que se supone pertenece a una de las categorías anteriores, pero respecto de las cuales no se tiene certeza debido a falta de información.

2.5.2.5 Resultados y Análisis

Área faena

A continuación se presentan los resultados obtenidos en función de la riqueza de especies, la abundancia y el estado de conservación. No se registraron especies animales mediante las trampas fotográficas automáticas.

Riqueza total

En la campaña se registraron 19 especies de vertebrados, de los cuales 11 corresponden a aves, 6 a mamíferos y 2 a reptiles. No se encontraron especies de anfibios. Todas las especies registradas son nativas para el país, ninguna especie figura como endémica.

Tabla 2-51. Riqueza taxonómica de las especies de vertebrados registrados en el área de estudio.

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	
Aves	Falconiformes	Accipitridae	<i>Buteo polyosoma</i>	Aguilucho	
	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Psilopsiagon aurifrons</i>	Perico cordillerano	
	Apodiformes	Trochilidae	<i>Oreotrochilus estella</i>	Picaflor de la puna	
	Passeriformes	Emberizidae	Furnariidae	<i>Geositta punensis</i>	Minero de la puna
			<i>Sicalis olivascens</i>	Chirihue verdoso	
			<i>Phrygilus atriceps</i>	Cometocino del norte	
			<i>Phrygilus fruticeti</i>	Yal	
			<i>Phrygilus unicolor</i>	Pájaro plomo	
			<i>Phrygilus plebejus</i>	Plebeyo	
	Fringillidae	<i>Carduelis uropygialis</i>	Jilguero cordillerano		
Mamíferos	Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium peruanum</i>	Vizcacha	
	Artiodactyla	Camelidae	<i>Vicugna vicugna</i>	Vicuña	
	Carnivora	Felidae	<i>Puma concolor</i>	Puma	
		Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro culpeo	
Reptiles	Squamata	Tropiduridae	<i>Liolaemus jamesi</i>	Jararanco de James	
			<i>Liolaemus alticolor</i>	Lagartija rayada nortina	

Las aves encontradas pertenecen a 4 órdenes (18,2 % del total nacional) y a 5 familias (8,2 % del total nacional), siendo el orden Passeriformes el que presenta el mayor número de especies (8 especies). Los otros órdenes, cada uno presenta solo una especie. La familia más numerosa fue Emberizidae, con 6 especies, el resto de las familias con solo un representante. A nivel provincial, el total de aves registradas corresponde a un 9,4 % de la riqueza de aves descrita para la Provincia de Parinacota.

Dentro de los mamíferos, las especies que se detectaron efectivamente en la campaña de terreno fueron la vizcacha y la vicuña (ver fotografías siguientes). Los roedores fueron detectados por medio de fecas recientes y antiguas, dispuestas en pequeños agujeros rocosos, o por sobre el suelo desnudo.

Fotografía 2-68. Ejemplar de Viscacha observado en el área de estudio



Fotografía 2-69. Grupo familiar de vicuñas



Para el caso del puma, se encontraron fecas en un punto de muestreo, mientras que en otro sitio se encontraron los restos dispersos de una vicuña, ubicados fuera de una cueva de gran tamaño que puede servir como lugar de refugio o de alimentación. Por su parte, el zorro culpeo fue

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

registrado por medio de huellas (fotografía siguiente) y de fecas. A nivel provincial, la zona del altiplano de la XV región presenta 36 especies de mamíferos terrestres, por lo que la riqueza de mamíferos observada alcanza un 16,7 % de éstos.

Fotografía 2-70. Huellas de zorro culpeo



El Jararanco de James (Figura siguiente) y la lagartija rayada nortina (Fotografía 2-72) fueron las especies de reptiles que se encontraron en el área. Así, la familia Tropiduridae (11 % del total de familias de reptiles) y su orden Squamata (50 % del total de órdenes de reptiles) fueron los únicos taxa observados durante la campaña de terreno. A nivel provincial, se registró un 25 % (8 especies total) del total de reptiles presentes en la Provincia de Parinacota.

Fotografía 2-71. Jararanco de James adulto



Fotografía 2-72. Lagartija rayada nortina



Abundancia de especies

La mayor abundancia de vertebrados fue para las aves, lo que se corresponde también con una mayor diversidad de especies. En total se registraron 45 aves, siendo una bandada de perico cordillerano (10 individuos) la especie más abundante. Le siguen en abundancia el chirihue verdoso y el plebeyo, cada uno con 8 individuos. Los mamíferos presentaron 27 ejemplares, siendo 24 individuos de vicuña y 3 de vizcacha. Las vicuñas se encontraron en pequeños grupos familiares, con un mínimo de 4 individuos a 7 como máximo. Además, en la mayor parte del área de estudio se evidenció la presencia de vicuña debido al gran número de defecaderos. Las vizcachas fueron observadas en afloramientos rocosos, en solitario. La especie de reptil más

abundante fue el Jararanco de James, con 7 individuos, encontrándose ejemplares juveniles y adultos, con variados patrones de coloración.

Tabla 2-52. Abundancia de las especies de vertebrados registrados en el área de estudio.

Clase	Especie	Nombre común	Abundancia
Aves	<i>Buteo polyosoma</i>	Aguilucho	1
	<i>Psilopsiagon aurifrons</i>	Perico cordillerano	10
	<i>Oreotrochilus estella</i>	Picaflor de la puna	1
	<i>Geositta punensis</i>	Minero de la puna	1
	<i>Sicalis olivascens</i>	Chirihue verdoso	8
	<i>Phrygilus atriceps</i>	Cometocino del norte	4
	<i>Phrygilus fruticeti</i>	Yal	3
	<i>Phrygilus unicolor</i>	Pájaro plomo	4
	<i>Phrygilus plebejus</i>	Plebeyo	8
	<i>Diuca specularis</i>	Diuca de alas blancas	3
	<i>Carduelis uropygialis</i>	Jilguero cordillerano	2
	Mamíferos	<i>Lagidium peruanum</i>	Vizcacha
<i>Vicugna vicugna</i>		Vicuña	24
<i>Puma concolor</i>		Puma	X
<i>Lycalopex culpaeus</i>		Zorro culpeo	X
Reptiles	<i>Liolaemus jamesi</i>	Jararanco de James	7
	<i>Liolaemus alticolor</i>	Lagartija rayada nortina	3

X: Especies registradas a través de evidencias indirectas.

Especies con problemas de conservación

Del total de 19 especies registradas durante la campaña de terreno, 5 especies se encuentran clasificadas dentro de alguna categoría de conservación, a nivel nacional y/o regional. (Tabla siguiente).

Tabla 2-53. Especies con problemas de conservación.

Clase	Nombre común	Estado de conservación Nacional			Estado de conservación Regional		
		RCE	SAG 2001	Glade 1993	RCE	SAG 2001	Glade 1993
Mamíferos	Culpeo		E	IC		IC	IC
	Puma	IC	E	V	IC	P	P
	Vicuña		S	V		P	F
Reptiles	Jararanco de James		S E			R	
	Lagartija rayada nortina		E			F	

V: Vulnerable; P: en Peligro; R: Rara; F: Fuera de Peligro; IC: Inadecuadamente Conocida; S: densidades poblacionales reducidas; B: beneficiosa para la actividad silvoagropecuarias; E: beneficiosa para el equilibrio ecosistémico.

Del total de especies en alguna categoría de conservación, 4 corresponden a mamíferos y dos a reptiles. El puma (*Puma concolor*), a pesar de presentar una clasificación de en Peligro para la zona

norte, ha sido clasificado como Inadecuadamente conocido según el proceso de clasificación de especies silvestres de CONAMA, desde las regiones XV a VIII. Lo anterior debido a que la información referente a su distribución norte y nacional se considera insuficiente. La vicuña (*Vicugna vicugna*), pese a tener una clasificación de Vulnerable a nivel nacional, en la región de Tarapacá está clasificada como fuera de peligro, ya que la principal población de vicuñas se encuentran en la I y XV regiones, en particular dentro de áreas protegidas del SNASPE.

El Jararanco de James (*Liolaemus jamesi*) presenta una distribución localizada y restringida al altiplano (Moreno et al. 2001) por lo que su clasificación corresponde a especie Rara a nivel regional y zonal. La lagartija rayada nortina (*Liolaemus alticolor*) habita en la I y II región, presenta una escasa información acerca de sus poblaciones y posibles amenazas, catalogándose como Fuera de peligro.

Prospección camino de acceso y acueducto

En este sector la llegada de humedad proveniente del altiplano permite el desarrollo de formaciones de matorral, en las zonas más planas y abiertas es ralo y de baja altura, en las pequeñas quebradas, donde hay algún escurrimiento de agua se permite el desarrollo de una mayor cobertura y los arbustos alcanzan mayores alturas; la combinación de estos sectores permite la creación de varios hábitats que albergan a la fauna.

Composición y abundancia

El catastro de la fauna presente en el área del proyecto, está compuesto por un total de 40 especies (Tabla 2-54 y Tabla 2-55), una especie de reptil, 31 de aves, y ocho de mamíferos; todas las especies son nativas. Las aves son el grupo más diverso y entre ellas destacan los Paseriformes con 19 taxa, y los Falconiformes con cuatro especies. Durante la prospección en terreno se observó 24 especies, el 60 % del total de especies posibles de encontrar de acuerdo al hábitat disponible en los trazados.

Tabla 2-54 Estadística de los Vertebrados

Clase	Endémicas	Amenazadas (*)	Introducidas	Total de especies (**)
Reptiles	-	-	-	1
Aves	-	2	-	31
Mamíferos	-	4	-	8
Total	0	6	0	40

(*): Especies amenazadas de acuerdo a RCES y SAG (2008).

Tabla 2-55 Vertebrados terrestres

Especies	Nombre común	Distribución	Origen	Conservación
Clase Reptiles				
<i>Liolaemus alticolor</i> (*)	Lagartija rayada	I	Nativa	Fuera Peligro
Clase Aves				
<i>Pterocnemia pennata</i> (*)	Suri	I-III	Nativa	I. Conocida
<i>Vultur gryphus</i>	Cóndor	I-XII	Nativa	Vulnerable
<i>Buteo polyosoma</i> (*)	Aguilucho	I-XII	Nativa	No citada

<i>Phalcoboenus megalopterus</i> (*)	Carancho cordillerano	I-X	Nativa	No citada
<i>Falco sparverius</i> (*)	Cernícalo	I-XII	Nativa	No citada
<i>Falco femoralis</i> (*)	Halcón perdiguero	I-XII	Nativa	No citada
<i>Metropelia ceciliae</i>	Tortolita boliviana	I-III	Nativa	No citada
<i>Metropelia aymara</i> (*)	Tortolita puna	I-IV	Nativa	No citada
<i>Metropelia melanoptera</i>	Tórtola cordillerana	I-XI	Nativa	No citada
<i>Bubo magellanicus</i>	Tucúquere	I-XII	Nativa	No citada
<i>Caprimulgus longirostris</i>	Gallina ciega	I-XII	Nativa	No citada
<i>Oreotrochilus estella</i> (*)	Picaflor de la puna	I-II	Nativa	No citada
<i>Upucerthia jelskii</i>	Bandurrilla de la puna	I	Nativa	No citada
<i>Upucerthia ruficaudus</i> (*)	Bandurrilla pico recto	I-II	Nativa	No citada
<i>Leptasthenura aegithaloides</i> (*)	Tijeral	I-XII	Nativa	No citada
<i>Leptasthenura striata</i>	Tijeral listado	I	Nativa	No citada
<i>Asthenes modesta</i> (*)	Canastero chico	I-XII	Nativa	No citada
<i>Anairetes flavirostris</i>	Cachudito del norte	I	Nativa	No citada
<i>Muscisaxicola maculirostris</i> (*)	Dormilona chica	I-XII	Nativa	No citada
<i>Muscisaxicola rufivertex</i> (*)	Dormilona nuca rojiza	I-VII	Nativa	No citada
<i>Agriornis montana</i> (*)	Mero gaucho	I-VIII	Nativa	No citada
<i>Agriornis andicola</i> (*)	Mero de la puna	I	Nativa	No citada
<i>Haplochelidon andaecola</i> (*)	Golondrina de riscos	I	Nativa	No citada
<i>Troglodytes aedon</i>	Chercán	I-XII	Nativa	No citada
<i>Zonotrichia capensis</i>	Chincol	I-XII	Nativa	No citada
<i>Phrygilus atriceps</i> (*)	Cometocino del norte	I-IV	Nativa	No citada
<i>Phrygilus fruticeti</i> (*)	Yal	I-XII	Nativa	No citada
<i>Phrygilus unicolor</i> (*)	Pájaro plomo	I-XII	Nativa	No citada
<i>Phrygilus alaudinus</i>	Platero	I-X	Nativa	No citada
<i>Sicalis olivascens</i> (*)	Chirihue verdoso	I-IV	Nativa	No citada
<i>Carduelis magellanica</i>	Jilguero peruano	I	Nativa	No citada
Clase Mamíferos				
<i>Thylamys pallidior</i>	Yaca andina	I-II	Nativa	No citada
<i>Pseudalopex culpaeus</i> (*)	Zorro culpeo	I-XII	Nativa	I. Conocida
<i>Lama guanicoe</i> (*)	Guanaco	I-XII	Nativa	En Peligro
<i>Vicugna vicugna</i> (*)	Vicuña	I-III	Nativa	En Peligro
<i>Lagidium peruanum</i> (*)	Vizcacha	I-II	Nativa	No citada
<i>Akodon berlepschii</i>	Ratón de Berlepsch	I	Nativa	No citada
<i>Phyllotis limatus</i>	Lauchón orejudo	I-II	Nativa	No citada
<i>Auliscomys sublimis</i>	Lauchón de la puna	I	Nativa	No citada

Con (*) se indican las especies observadas en terreno (24 en total).

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Se indica la distribución geográfica (usando nomenclatura tradicional, (incluye regiones I y XV), el origen y el estado de conservación (SAG, 2008) excepto el suri clasificada por el RCE.

Dado que no hay cuerpos de agua permanentes en ambos trazados no se registra la presencia de anfibios, se buscó evidencias de su presencia en el sector de la quebrada donde se realizará la toma de agua del acueducto, sin resultados positivos; la especie de lagartija se observó sectores de matorral y rocas y en baja abundancia, solo tres ejemplares en más de 20 transectos de 100 m de largo y realizados en condiciones de sol. Se estimó las abundancias de las aves, el grupo más conspicuo de los vertebrados, mediante transectos de 100 m de largo. En general las frecuencias fueron bajas, las especies más comunes fueron el cometocino del norte (*Phrygilus atriceps*), el pájaro plomo (*Phrygilus unicolor*) con una frecuencia de 25 y 20% respectivamente y el chirigüe verdoso (*Sicalis olivascens*) con frecuencia de 15%. Aves como el aguilucho, el cernícalo, el mero de la puna se observaron ocasionalmente (y siempre un solo individuo). En el caso de los mamíferos, las especies más grandes (camélidos) se observaron directamente y las más pequeñas y menos conspicuas se detectaron por métodos indirectos (fecas y huellas en el caso del zorro y la vizcacha).

Distribución de la fauna y endemismo

El análisis de la distribución geográfica (Tabla 2-55) para las dos áreas del proyecto consideradas, indica que la mayoría de las especies registradas en la zona tienen una amplia distribución en el país, algunas están restringidas a las regiones del desierto (por ejemplo el suri, la tortolita boliviana, el picaflor del apuna, la yaca andina) y otras están sólo presentes en Chile en la región de Arica Parinacota, en este último caso se encuentran la lagartija rayada, la bandurrilla de la puna, el tijeral listado, el cachudito del norte, el mero de la puna, la golondrina de los riscos, el jilguero peruano, el ratón de Berlepsch y el lauchón de la puna.

Todas las especies de vertebrados presentan una amplia distribución geográfica en el desierto y/o el altiplano, y se encuentran también en los países vecinos, esto es, no hay especies endémicas de Chile.

Residencia y Migración

La mayor parte de las especies registradas son residentes, esto es, habitantes estables de la región (aunque se mueven de un sector a otro); las aves por su capacidad de vuelo pueden desplazarse más fácilmente de un área a otra y es común que, como respuesta local a fenómenos climáticos adversos, se trasladen en sentido este-oeste o norte-sur. Sin perjuicio de lo anterior, las aves de la familia Tyrannidae (= cazamoscas; dormilonas y meros en este caso), presentes en el área de estudio, se consideran migrantes locales, que se mueven estacionalmente a lo largo de los Andes. Las especies mayores (como rapaces y macromamíferos) pueden moverse grandes distancias y tener ámbitos de hogar que abarquen una gran superficie, incluso más de una cuenca.

Estado de conservación de las especies

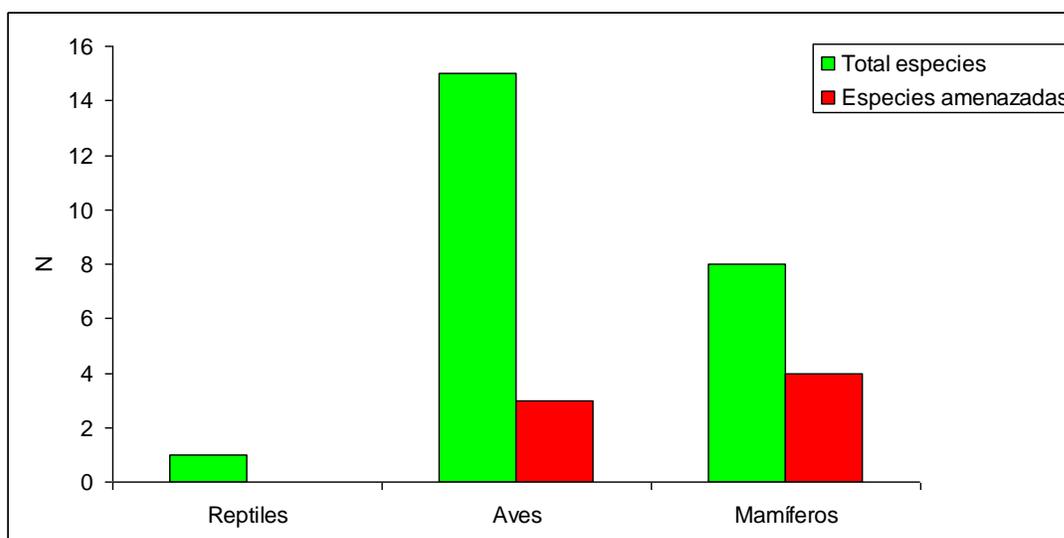
De las 40 especies nativas del área de estudio, solo una ha sido clasificada por el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (D. S. 151 de 2006), y corresponde al Suri (*Pterocnemia pennata tarapacensis*) en la categoría Insuficientemente Conocida. Para las demás especies se utiliza el Reglamento de la Ley de Caza (SAG, 2008) y su estado de conservación es el siguiente: cuatro especies nativas están mencionadas en el reglamento de la Ley de Caza como amenazadas y corresponden al guanaco (*Lama guanicoe*), la vicuña (*Vicugna vicugna*), el cóndor (*Vultur gryphus*) es Vulnerable y el zorro culpeo (*Pseudalopex culpaeus*) es Inadecuadamente Conocido. La lagartija rayada (*Liolaemus alticolor*) está Fuera de Peligro. De estas especies amenazadas, del suri fueron observados dos ejemplares en el sector más alto del trazado del acueducto, esta especie se mueve por amplios sectores del altiplano, ocupando grandes ámbitos de hogar; algo similar ocurre con el cóndor, que sobrevuela la región cubriendo grandes superficies, no hay sitios de reproducción de esta especie (altos acantilados) en el área estudiada. Los guanacos, en la región de Arica Parinacota, prefieren sectores precordilleranos y se observó solo dos ejemplares en el área; la vicuña que habita el altiplano fue observada con frecuencia en grupos de 5 a 12 individuos, incluyendo algunos grupos familiares. El zorro fue registrado a través de presencia de fecas y huellas.

El registro fotográfico del levantamiento se presenta en el Anexo 2-2 Fauna.

Ruta A-23

Se observó un total de 24 especies; de ellas 1 corresponde a un reptil (sin problemas de conservación), 15 fueron aves (3 especies amenazadas) y 8 mamíferos (4 especies amenazadas). Todas corresponden a especies nativas. A continuación se desglosa los resultados por grupos faunísticos.

Figura 2-72 Resumen del número de especies observadas



Anfibios

No se detectó la presencia de especies de este grupo.

Reptiles

Se registró una sola especie en el área de estudio *Liolaemus alticolor*, la que se considera como Fuera de Peligro de acuerdo a la Ley de Caza (SAG 1998). Durante la visita sólo se avistó un ejemplar (punto de muestreo 9), lo que puede explicarse por las bajas temperaturas imperantes. Una segunda especie potencialmente presente en el área corresponde a *Velosaura jamesi* (Jararanchito de James) especie considerada como Rara.

Tabla 2-56 Reptiles presentes en el área de estudio

REPTILES		LEY 19,473			
NOMBRE VULGAR	NOMBRE CIENTIFICO	B	S	E	EC
TROPIDURIDAE					
Lagartija rayada nortina	<i>Liolaemus alticolor</i>			E	F

CP Criterios DS 05/98

B= Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria

S= Especie catalogada con densidades poblacionales reducidas

E= Especie catalogada como beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales

EC= Estado de conservación según DS 05/98: puede ser: P= En Peligro de Extinción, V= Vulnerables, R= Raras, I= Inadecuadamente conocida, F= Fuera de Peligro.

Liolaemus alticolor es una especie de tamaño pequeño, la que se distribuye en Bolivia, Perú, Argentina y Chile; en este último sobre los 4000 m. Es propia de los tolares.

Fotografía 2-73. *Liolaemus alticolor* en el área de estudio



Aves

Se detectó la presencia de 15 especies de aves, de ellas 3 se encuentran con problemas de conservación según la Ley de Caza (SAG 1998). Dentro de las especies amenazadas destaca la presencia del Cóndor, Perdiz de la Puna y Piuquén (todas Vulnerables). Las últimas dos fueron identificadas a partir de fecas. El Cóndor es una especie de alta vagilidad que recorre el área de estudio y la Perdiz y Piuquén fueron observadas próximas a vegas (disponibilidad de agua). La tabla siguiente muestra el inventario de aves.

Fotografía 2-74. Feca de Piuquén en vegas del área de estudio



Tabla 2-57 Aves: estados de conservación y distribución en el área de estudio

NOMBRE VULGAR	NOMBRE CIENTIFICO	LEY 19,473				PUNTOS DE MUESTREOS												
		B	S	E	N	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	
TINAMIFORMES																		
TINAMIDAE																		
Perdiz de la puna	Tinamotis pentlandii		S		V													
ANSERIFORMES																		
Piuquén	Chloephaga melanoptera				V													1
FALCONIFORMES																		
CATHARTIDAE																		
Condór	Vultur gryphus	B		E	V									1				
ACCIPITRIDAE																		
Aguilucho	Buteo polyosoma	B		E		1												
FALCONIDAE																		
Carancho cordillerano	Phalcoboenus megalopterus	B		E				1										
COLUMBIFORMES																		
COLUMBIDAE																		
Tortolita de la puna	Metropelia aymara		S			1				1					1			
PASSERIFORMES																		
FURNARIIDAE																		
Minero cordillerano	Geositta rufipennis	B							1									
Churrete de alas blancas	Cinclodes atacamensis	B																1
Tijeral	Leptasthenura aegithaloides	B																1
Canastero chico	Asthenes modesta	B														1		
TYRANNIDAE																		
Dormilona de nuca rojiza	Muscisaxicola rufivertex	B		E				1							1	1		

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	MANGANESO LOS PUMAS		

EMBERIZIDAE																	
Chirihue verdoso	Sicalis olivascens		S						1								
Chincol	Zonotrichia capensis	B											1	1	1		
FRINGILLIDAE																	
Cometocino del norte	Phrygilus atriceps		E												1	1	
Pájaro plomo	Phrygilus unicolor		S			1	1		1		1	1		1			

CP Criterios DS 05/98

B= Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria

S= Especie catalogada con densidades poblacionales reducidas

E= Especie catalogada como beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales

EC= Estado de conservación según DS 05/98: puede ser: P= En Peligro de Extinción, V= Vulnerables, R= Raras, I= Inadecuadamente conocida, F= Fuera de Peligro.

Fotografía 2-75. Churrete de alas blancas en el área de estudio



Mamíferos

Se observaron 8 especies; de ellas cuatro presentan problemas de conservación y corresponden al zorro culpeo (Inadecuadamente Conocida), Guanaco y Vicuña (En Peligro). Una cuarta especie amenazada corresponde a la Taruca, especie observada en las proximidades del área de estudio y que corresponde a un aporte observacional de la arqueóloga Francisca Fernández.

A nivel de roedores destaca la presencia de la Vizcacha nortina (*Lagidium peruanum*), especie que no ha sido reconocida por diversos autores (Anderson 1997, Muñoz - Pedreros & J Yáñez 2000) quienes las han asimilado a *Lagidium viscacia* (En Peligro). No obstante Spotorno et al. (2004) reconocen la validez de este taxón por medio de marcadores moleculares mitocondriales.

Por otra parte, en los sectores rocosos del área de estudio, se identificó la presencia de fecas propias de roedores. Dentro de ellas destacan unas fecas grandes de aspecto arriñonado que podrían corresponder al Soco y otras más pequeñas que pueden ser atribuibles a *Phyllotis*. La tabla siguiente entrega una descripción de la fauna de mamíferos del sector.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Tabla 2-58 Mamíferos observados en el área de estudio

NOMBRE VULGAR	NOMBRE CIENTIFICO	LEY 19,473				PUNTOS DE MUESTREOS												
		B	S	E	EC	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	
CARNIVORA																		
Zorro culpeo	<i>Pseudalopex culpaeus</i>			E	I		1							1				
ARTIODACTYLA																		
Taruca***	<i>Hippocamelus antisensis</i>		S		V													
Guanaco	<i>Lama guanicoe</i>		S		P	1					1		1	1	1	1	1	
Vicuña	<i>Vicugna vicugna</i>		S		P	1	1	1	1				1					
RODENTIA																		
Tuco tuco de la puna	<i>Ctenomys opimus</i>		S				1	1										
Vizcacha peruana	<i>Lagidium peruanum</i>		S							1		1			1			
Soco	<i>Octodontomys gliroides</i>		S							1								
Ratón orejudo amarillo	<i>Phyllotis xanthopygus</i>		S			1												

CP Criterios DS 05/98

B= Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria

S= Especie catalogada con densidades poblacionales reducidas

E= Especie catalogada como beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales

EC= Estado de conservación según DS 05/98: puede ser: P= En Peligro de Extinción, V= Vulnerables, R= Raras, I= Inadecuadamente conocida, F= Fuera de Peligro.

*** Información obtenida por consulta, actualmente la Taruca ha sido listada como en Peligro por el reglamento de especies del Ministerio de Medio Ambiente

Fotografía 2-76. Galerías del roedor *Ctenomys opimus* en el área de estudio



Fotografía 2-77. Guanacos en el área de estudio



	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Fotografía 2-78. Vizcacha nortina en el área de estudio



Fotografía 2-79. Taruca en las proximidades del área de estudio.



2.5.2.6 Conclusiones

Los ecosistemas del norte de Chile corresponden a ecosistemas desérticos. Éstos se caracterizan principalmente por presentar una baja productividad, productividad muy variable y dependiente de las precipitaciones y la disponibilidad de nutrientes, y una baja riqueza de especies que se encuentra correlacionada con las precipitaciones. No obstante lo anterior, la Provincia de Parinacota posee un 45% de las especies de vertebrados descritas para la bioregión de praderas altomontanas, que comprende áreas en Perú, Bolivia, Argentina y Chile. La Provincia de Parinacota representa un área de gran concentración de biodiversidad a nivel nacional y regional.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Desde un punto de vista biogeográfico, el área de estudio se localiza en la formación vegetacional del tipo Estepa Alto Andina Altiplánica (Gajardo 1994), un área que se extiende entre los 4.000 y 5.000 m, como una gran meseta rodeada por montañas (Gajardo 1994). Desde un punto de vista faunístico, el altiplano se caracteriza por la presencia de una comunidad singular de especies, todas adaptadas a las condiciones extremas que imponen los ambientes de altura.

Área Faena

La riqueza y abundancia de especies en el área de estudio puede considerarse baja, en comparación al gran número de especies que se tienen registradas para la región. Esto podría deberse a la homogeneidad de ambientes dentro del área de estudio y en particular, la altitud a la que se encuentra, condición ambiental que define en gran medida la distribución de la fauna. El sitio de estudio en su mayor parte correspondía a praderas de tolares y pajonales, como excepción se encontró el sector del río Lluta, lugar que concentró el mayor número de especies observadas. La ausencia de ambientes del tipo humedal, como vegas y bofedales, puede determinar en parte la baja riqueza y abundancia de especies, ya que estos ambientes presentan un mayor nivel de productividad y calidad nutritiva, constituyendo la base nutricional para herbívoros, además de la presencia de agua corriente.

A nivel regional, el puma y la vicuña se encuentran en peligro, según el SAG (2001), mientras que el zorro culpeo se encuentra como Inadecuadamente conocido. Lo mismo ocurre para el caso de los reptiles, en donde ambas especies se encuentran con categoría de conservación; clasificada como Rara el Jararanco de James, y Fuera de Peligro la Lagartija rayada nortina.

Prospección camnino de acceso y acueducto

La fauna del área está compuesta por 40 especies, un reptil, 31 aves y ocho mamíferos (no se registra la presencia de anfibios); todas especies nativas. Las aves son diversas y destacan los Paseriformes con 19 taxa. La lagartija se observó en baja abundancia, las abundancias de las aves también fueron bajas, siendo comunes solo el cometocino del norte (*Phrygilus atriceps*), y el pájaro plomo (*Phrygilus unicolor*), otras especies se observaron ocasionalmente. Entre los mamíferos, las vicuñas fueron la especie más frecuente.

La mayoría de las especies tiene amplia distribución geográfica en el país; algunas están restringidas a las regiones del desierto nortino y otras (lagartija rayada, bandurrilla de la puna, tijeral listado, cachudito del norte, mero de la puna, golondrina de los riscos, jilguero peruano, ratón de Berlepsch y lauchón de la puna) están sólo presentes en Chile en la región de Arica Parinacota. Todas las especies se encuentran en los países vecinos, no hay especies endémicas de Chile.

La mayor parte de las especies registradas son residentes de la región, aunque se mueven ampliamente de un sector a otro; aves como dormilonas y meros se consideran migrantes locales, que se mueven estacionalmente a lo largo de los Andes. Las especies mayores pueden moverse grandes distancias, ocupando más de una cuenca.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Solo una especie, el suri, ha sido clasificada por el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres en categoría Insuficientemente Conocida. Cinco especies están citadas por la Ley de Caza como amenazadas y corresponden al guanaco (*Lama guanicoe*), la vicuña (*Vicugna vicugna*) esta En Peligro, el cóndor (*Vultur gryphus*) es Vulnerable y el zorro culpeo (*Pseudalopex culpaeus*) es Inadecuadamente Conocido. La lagartija rayada (*Liolaemus alticolor*) está Fuera de Peligro.

Ruta A-23

En relación a los anfibios, no se observó presencia de estos vertebrados. A nivel de reptiles solo se observó un ejemplar de *Liolaemus alticolor* es una especie de tamaño pequeño, la que se distribuye en Bolivia, Perú, Argentina y Chile; en este último sobre los 4000 m. Es propia de los tolares; por otra parte es altamente probable la presencia de *Velosaura jamesi*, especie de mayor tamaño y con mayores requerimientos térmicos. La comunidad de aves estuvo conformada por 15 especies, de ellas 3 se encuentran con problemas de conservación (Cóndor, Perdiz de la Puna y Piuquén; todas Vulnerables). A nivel de mamíferos se observaron 8 especies; de ellas cuatro presentan problemas de conservación y corresponden al zorro culpeo (Inadecuadamente Conocida), Guanaco y Vicuña (En Peligro). Una cuarta especie amenazada corresponde a la Taruca, especie observada en las proximidades del área de estudio.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

2.6 MEDIO HUMANO Y CONSTRUIDO

2.6.1 Medio Humano

2.6.1.1 Introducción

El apartado siguiente caracterizará el medio humano del área de influencia directa e indirecta del Proyecto: “Manganeso Los Pumas”. El informe contendrá información y análisis de la dimensión geográfica, demográfica, antropológica, socioeconómica y de bienestar social, e información relevante sobre la calidad de vida de las comunidades cercanas a la zona de emplazamiento del proyecto. El proyecto se encuentra ubicado en la Comuna de Putre, a unos 150 Km de Arica, comuna hasta la cual llegarán los camiones cargados con manganeso, los que embarcarán el mineral en el Puerto de Arica (TPA) razón por la cual el presente informe también contendrá información de esta comuna. Asimismo en la línea de base ambiental del medio humano, se describirán los sistemas de vida y las costumbres de los grupos humanos, con especial atención se analizarán las características de vida y cosmovisión de las comunidades protegidas por leyes especiales, en el caso del proyecto encontramos principalmente comunidades indígenas pertenecientes a la etnia Aymara

La línea de base social del proyecto pretende entregar un análisis del contexto social, económico y cultural del área de influencia, información que permitirá identificar y definir claramente el alcance del proyecto en cuanto a los impactos sociales del mismo y definir e identificar claramente la población potencialmente impactada directa e indirectamente (impactos positivos y/o negativos si los hubiese).

Para la realización del Capítulo se recopiló información estadísticas de los Censos de Población y Vivienda de 1992 y 2002, la información de caracterización socioeconómica de la población (Ficha de protección social y Encuesta Casen), Reportes estadísticos de la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, el Servicio de Salud de Arica, los PLADECO de la Comuna de Putre y Arica, datos del SINIM (Sistema Nacional de Información Municipal) e información recolectada en ambas comunas, además de métodos cualitativos, principalmente el etnográfico y observación participante.

2.6.1.2 Objetivos

Objetivo General

Elaborar la Línea Base en su componente Medio Humano del área de Influencia del Proyecto “Manganeso Los Pumas”. Considerando las características de las comunidades y grupos en sus aspectos demográficos, geográficos, antropológicos, socioeconómicos y de bienestar social básico en base a dimensiones de análisis de la realidad social del grupo humano de estudio que están establecidas en el artículo 8º del Reglamento del SEIA.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Objetivos Específicos

- Definir el área de influencia Directa e Indirecta del Proyecto.
- Caracterizar y describir a la población del área cercana al sector donde se emplazará el proyecto, en cuanto a su dimensión geográfica.
- Caracterizar y describir los aspectos socio-culturales de las comunidades del área de influencia del proyecto.
- Caracterizar y analizar el acceso a bienes y servicios, y aspectos socioeconómicos, considerando las actividades económicas que se desarrollan en el área.

2.6.1.3 Metodología

La metodología empleada considerará tanto el método cuantitativo como el método cualitativo, desarrollando un análisis de información detallada relativa a la comuna de Arica y Putre. La información incorpora los principales aspectos demográficos, sociales, económicos, de natalidad y mortalidad, de ocupación laboral, culturales, infraestructura comunitaria, acceso a bienes y servicios, además de otros aspectos relevante sobre la calidad de vida de las comunidades del área de influencia.

La información fue recolectada a través de los organismos Regionales y locales, que disponen de información relevante. Entre los principales organismos consultados se consideran los datos estadísticos demográficos, sociales, culturales y económicos del Instituto Nacional de Estadísticas, del Ministerio de Planificación y Cooperación, del Ministerio de Salud, del Ministerio de Educación y de las Municipalidades Arica y Putre, principalmente la revisión de sus Pladecos, además de la revisión bibliográfica de otros datos disponibles en dichos organismos.

La metodología para procesar la información fue tanto descriptiva como analítica, lo que permitió rescatar las principales características y aspectos relevantes de la zona.

La Línea Base Social del Proyecto se organizará en base a las dimensiones de análisis de la realidad social del grupo humano de estudio que están establecidas en el artículo 8º del Reglamento del SEIA, y que considera los siguientes aspectos:

- Dimensión Geográfica:** Que determina la organización territorial de los grupos humanos, sus sistemas de transporte, así como la estructura espacial de sus relaciones.
- Dimensión Demográfica:** Caracteriza la estructura de la población del área de influencia, en cuanto a sexo, índice de masculinidad, indicadores socioeconómicos, la escolaridad y nivel de instrucción; y las migraciones, entre otros.
- Dimensión Antropológica:** considera las expresiones culturales, las costumbres, ritos, creencias religiosas, considerando el factor de etnicidad de los grupos humanos, su sentimiento de arraigo, tipo de organización y relaciones que se generan al interior de la comunidad.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

- d) **Dimensión Socio-económica:** considera el empleo y desempleo, los patrones de asentamiento y los tipos de actividades productivas asociadas, la extracción de los recursos naturales por parte del grupo humano, en forma individual o asociativa, el mercado laboral, etc.
- e) **Dimensión de Bienestar Social Básico:** Información sobre el acceso de la comunidad a los bienes y servicios, equipamiento, calidad de la vivienda, transporte, energía, salud, educación y sanitarios

Determinación del Área de influencia

El Área de Influencia corresponde a la zona que recibe los impactos directos e indirectos que se derivan del proyecto, y que podrán incidir en diverso grado en el medio humano, afectando (positiva o negativamente) las características socio-económicas y antropológicas de los habitantes del lugar.

El proyecto se emplazará en la comuna de Putre, Provincia de Parinacota, Región de Arica Parinacota, en el área de desarrollo indígena Alto Andino Arica Parinacota, conformada por las comunas de Camarones, Putre y General Lagos, con una superficie aproximada de 1.031.174,29 há. Sin embargo se debe señalar que el terreno donde se emplazará el proyecto no pertenece a ninguna comunidad indígena ni posee demandas territoriales de comunidades indígenas, ya que es un terreno privado, perteneciente a la comunidad Sucesorial Juan de Dios Aranda, no constituida como comunidad indígena.

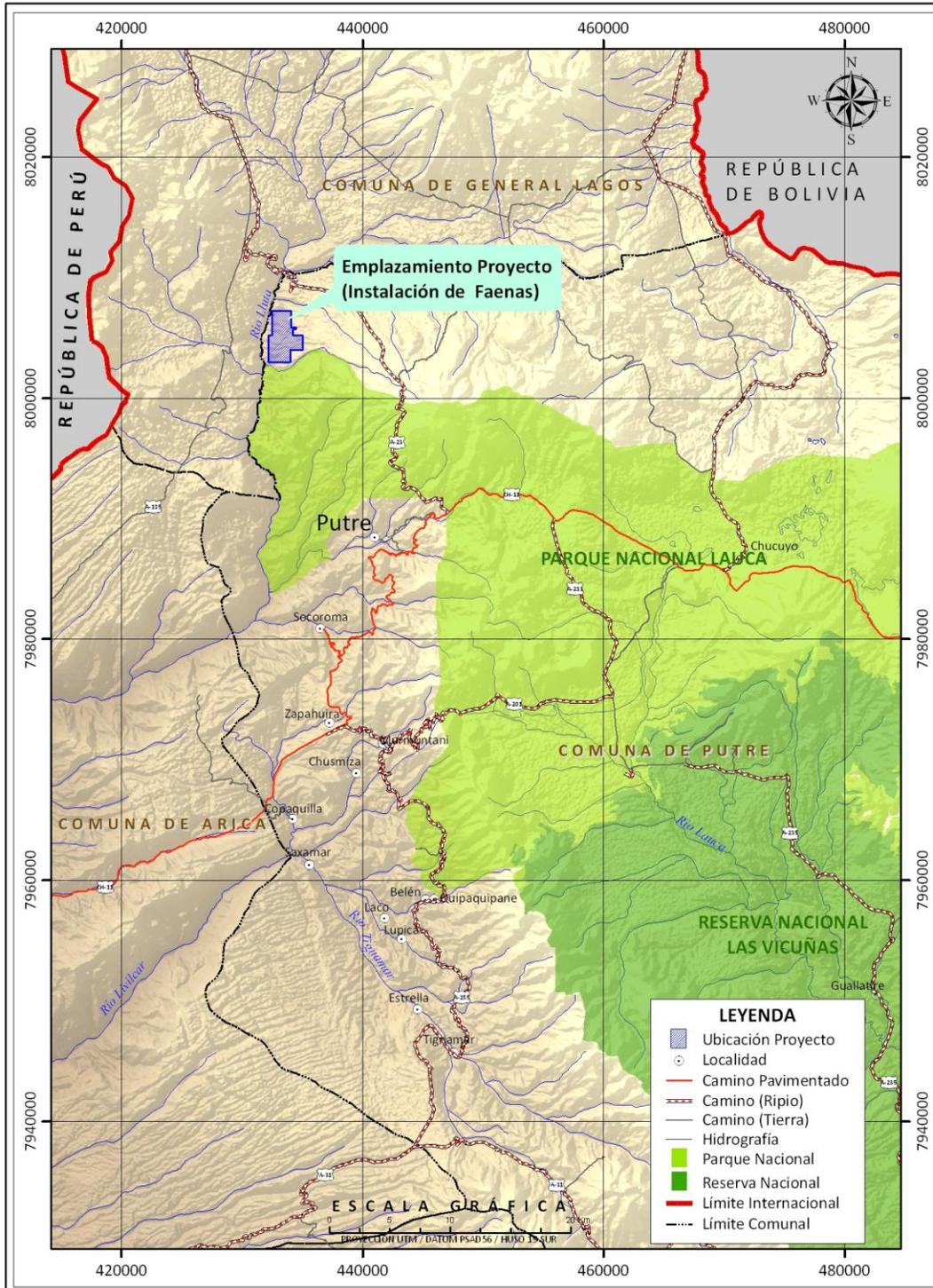
La CONADI define las Áreas de Desarrollo Indígena (ADIs) como espacios territoriales en los que viven un número importante de comunidades indígenas, y surgen a partir de la aplicación del Art. 26° de la Ley N° 19.253 aprobada en Octubre de 1995. En estos espacios el Estado debe focalizar su acción para el mejoramiento de la calidad de vida de las personas de origen indígena que habitan en dichos territorios.

Las principales características de las ADIs son:

- Territorios en los que ancestralmente han habitado comunidades indígenas
- Población mayoritariamente indígena
- Existencia de tierras de comunidades o individuos indígenas
- Homogeneidad ecológica, y Dependencia de recursos naturales para el equilibrio de estos territorios, tales como manejo de cuencas, ríos, riberas, flora y fauna”.

En la Imagen siguiente se puede apreciar el área de emplazamiento del proyecto.

Figura 2-73 Área de emplazamiento del proyecto



	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

2.6.1.4 Definición del área de influencia

Para delimitar el área de influencia del proyecto, se consideraron las características del proyecto, las actividades sociales y productivas que se realizan en la zona, las características étnicas de la población y su relación con el espacio territorial y los elementos de la naturaleza, en términos del imaginario cultural.

Área de Influencia Indirecta (AII): Zona en la cual pueden tener lugar impactos derivados o indirectos, producidos por acciones del proyecto sobre el entorno y las actividades socioeconómicas y culturales. Se ha definido como área de influencia indirecta la comuna de Arica. Pues el proyecto no se desarrollará en esta comuna, sin embargo aproximadamente 40 camiones diarios llegarán a la comuna con el cargamento de manganeso, para ser embarcados a través del Puerto de Arica. Además se ha considerado la localidad de Coronel Alcérreca, ubicada a unos 8 km de la zona donde se desarrollará el proyecto, como área indirecta, debido a que no habrá intervención directa sobre esa comunidad en términos, geográficos, demográficos, socioeconómicos, antropológicos, de bienestar social básico.

Área de Influencia Directa (AID): Zona en la cual tienen lugar los impactos directos de la obra sobre el medio humano, contemplando aspectos sociales, económicos y culturales.

En este sentido, el AID comprende a grupos humanos que cuentan con medio construido y espacios consagrados para actividades sociales, económicas y antropológicas (culturales y recreativas) inmediatamente adyacentes al Área de Instalación y Desarrollo del Proyecto. Se ha definido como área de influencia directa la comuna de Putre, comuna en la que se emplaza el proyecto.

1.6.1.5 Análisis de los resultados

Comunas de Putre y Arica

- **Dimensión Geográfica**

Antecedentes generales

La Región de Arica Parinacota, se crea en marzo del 2007, mediante la promulgación de la ley 20.175, que divide la Región de Tarapacá en dos nuevas Regiones: la XV Región de Arica Parinacota y la I Región de Tarapacá. Esta creación surge principalmente de la demanda del pueblo y autoridades ariqueñas que sentía que no era posible un real desarrollo económico y social de la zona si no se constituía como una Región independiente de la región de Tarapacá.

La región se encuentra en el extremo norte de Chile y posee dos Provincias; la de Arica y la de Parinacota, y cuatro comunas; Arica y Camarones pertenecientes a la Provincial de Arica y la de Putre y General Lagos que corresponden a la Provincia de Parinacota. Limita al norte con Perú, al noreste con Bolivia, al sur con la región de Tarapacá y al oeste con el Océano Pacífico.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

La comuna de Putre, como lo señalábamos forma parte de la Provincia de Parinacota, siendo su capital Provincial desde el año 1982. se encuentra a unos 145 Km de Arica, a 3.500 metros de altura, ocupando un superficie de 5.902 km², con una densidad población de 0,33 Hab/Km². Como señalábamos la comuna forma parte del Área de Desarrollo Indígena (ADI) Alto Andino Arica Parinacota, está conformada por 17 localidades: Putre, la Capital Comunal, Chucuyo, Guallatire, Tablatablani, Estrella, Copaquilla Trigo Pampa, Pukara-Copaquilla, Socoroma, Zapahuira, Laco-Cosapilla, Murmuntani, Quipaquipani, Belén, Lupica, Saxamar, Ticnamar y Chuzmiza. Por su parte la comuna de Arica, es la de mayor concentración demográfica, prácticamente el 98% de la población habita allí, siendo la capital Regional.

Tabla 2-59 Información Regional

REGION: ARICA PARINACOTA	
PROVINCIAS	COMUNAS
Arica	Arica- Camarones
Parinacota	Putre- General Lagos

Fuente: Antecedentes Regionales

Tabla 2-60 Información de la Comuna de Putre

Densidad de Población por Km ²	0,33
Población Comunal	1.977
Población Masculina	1.345
Población Femenina	632
Porcentaje de Población Rural	742
Porcentaje de Población Urbana	1.235
Superficie Comunal (km ²)	5.902
Porcentaje Población Comunal en Relación a la Población Regional	1,04
Provincia a la que Pertenece la Comuna	Parinacota
Región a la que Pertenece la Comuna	Arica Parinacota

Fuente: Censo 2002 e información comunal

Tabla 2-61 Información de la Comuna de Arica

Densidad de Población por Km ²	38,40
Población Comunal	185.268
Población Masculina	91.742
Población Femenina	93.526
Porcentaje de Población Rural	9.827
Porcentaje de Población Urbana	175.441
Superficie Comunal (km ²)	4.799,4
Porcentaje Población Comunal en Relación a la Población Regional	97,7
Provincia a la que Pertenece la Comuna	Arica
Región a la que Pertenece la Comuna	Arica Parinacota

Fuente: Censo 2002 e información comunal

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

1. Vialidad

La comuna de Putre y Arica se conectan a través de la ruta internacional 11-CH, que conecta también con otras localidades y con Bolivia, a través, del paso fronterizo Chungará Tambo Quemado, razón por la cual es una ruta ampliamente transitada por camiones que transportan carga desde un país a otro. Para acceder se utiliza el desvío ruta A-147 (Cruce ruta 11-CH – Putre).

2. Dimensión demográfica

- Estructura de la población

Como se puede apreciar en la tabla siguiente, la comuna de Putre sigue la lógica de despoblamiento de la mayoría de las comunas rurales de la zona norte, aún cuando en el caso de General Lagos se observa una variación intercensal positiva, en general en las comunas de la primera, segunda y decimoquinta región se observa un proceso continuo de despoblamiento, generado principalmente por la falta de fuentes laborales, y la dificultad de acceso a servicios básicos como educación y salud. Según las proyecciones hechas por el INE al 2008 la comuna de Putre tuvo una variación intercensal negativa de un -27,2%, esta variación podría ser incluso mayor si analizamos la información del Pladeco 2008-2012, la cual señala que la población ha tenido una drástica disminución. Según un catastro desarrollado por el Programa Orígenes, en la comuna habitarían sólo 848 personas, lo que el Pladeco señala es que los datos del censo se distorsionan producto de que contabiliza a los miembros del regimiento Huamachuco, ubicado en la localidad del mismo nombre los que suman unas 400 ó 500 personas. Sin embargo es importante considerar la dinámica de las comunidades indígenas. En general éstas se ven forzadas a emigrar a zonas en las que puedan acceder a fuentes laborales y otros recursos, en este caso la comunidad se ha desplazado principalmente a la Comuna de Arica, sin embargo siguen manteniendo los lazos con su pueblo de origen y regresan a él principalmente en las festividades religiosas, como una forma de preservar sus costumbres ancestrales y traspasarlas a sus hijos/as, sin perder el contacto con los otros miembros de la comunidad, en el apartado dimensión antropológica se tratara en mayor profundidad esta temática.

Otro aspecto que puede influir es que muchas de las personas que han emigrado de Putre, mantienen sus casas y muchos regresan para los censos para ser censados en su “Propia Tierra”.

La mayor variación la podemos observar en la localidad de Putre, la cual según el catastro del Programa Orígenes tendría un tercio menos de habitantes que lo señalado en el censo 2002.

Para el caso de la comuna de Arica tenemos una variación intercensal de -1,8 %, sin embargo se da una clara concentración de la población regional y provincial en la comuna, esto se relaciona estrechamente con el despoblamiento que han vivido las comunas rurales a lo largo de los años, ya que por las distancias, y las posibilidades de acceso a la salud, educación, trabajo, bienes y servicios, la mayoría ha preferido asentar su vida en Arica, de hecho es posible observar que a medida que nos vamos alejando del centro urbano, la población de las localidades va disminuyendo.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Otro aspecto relevante en la estructura de la población, tiene que ver con su condición de bi-fronteriza, con Perú y Bolivia, lo que genera que gran parte de la población extranjera provenga de estos países, el 53,6% del total de extranjeros residentes proviene de Bolivia, mientras que el 32,1 del Perú, sin embargo estas cifras no consideran el gran número de inmigrantes ilegales que vienen de ambos países, principalmente por temas laborales, tenemos así gran cantidad de peruanos/as y bolivianos/as trabajando en la informalidad, las mujeres principalmente abocadas a labores de servicio doméstico y los hombres a la agricultura y construcción. Por otro lado en los poblados rurales, principalmente Putre y General Lagos, se genera la entrada y salida continua de personas extranjeras, principalmente de Bolivia, estas personas poseen características étnicas y culturales similares a los habitantes de esta comuna, y vienen principalmente a desempeñarse en actividades agrícolas y ganaderas.

Tabla 2-62 Información Provincial Parinacota

Comuna	Población 2002	Proyección 2009	Variación (%)
Putre	1.977	1.381	-30
General Lagos	1.179	1.242	5,3

Fuente: Censo 2002/ Proyección 2008

Tabla 2-63 Información Provincial Arica

Comuna	Población 2002	Proyección 2009	Variación (%)
Arica	185.268	181.932	-1,8
Camarones	1.220	1.595	30

Fuente: Censo 2002/ proyección 2008

Tabla 2-64 Habitantes localidades comuna de Putre

Comunidad	N° de personas que viven exactamente en la Localidad, según Catastro Programa Orígenes	N° de Población según censo 2002
Chucuyo	15	15
Guallatire	30	54
Tablatablani	5	3
Estrella	2	2
Copaquilla Trigo Pampa	9	4
Pukara-Copaquilla	9	5
Socoroma	60	76
Putre	450	1.241
Zapahuiria	10	5
Laco-Cosapilla	3	3
Murmuntani	30	17
Quipaquipani	12	12

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Belén	50	51
Lupica	60	25
Saxamar	30	33
Ticanamar	70	96
Chuzmiza	3	0
Total	848	1.642

Tabla 2-65 Proyección población Comunal 2008-2020

Comuna	2008	2010	2012	2014	2016	2018	2020
Putre	1.440	1.321	1.221	1.126	1.027	944	855
General Lagos	1.235	1.245	1.223	1.217	1.199	1.182	1.142

Fuente: INE, Proyecciones poblacionales.

Las proyecciones hechas por el INE corroboran la tendencia al despoblamiento, de no mediar alguna política pública o el surgimiento de actividades productivas económicas que permitan incentivar la permanencia en la comuna y la llegada o regreso de antiguos habitantes. En el caso de General Lagos este despoblamiento es más paulatino, Putre sin embargo vería mermada su población de aquí al 2020 en casi un 50%.

En el caso de la comuna la variación también ha sido negativa, llegando al -1,2 %, cifra muy por debajo del promedio nacional que está sobre el 10%. Una de las explicaciones que se han dado para este fenómeno tiene que ver con la falta de expectativas laborales que ha generado la migración de un número importante de personas, que buscan en otra regiones mejores expectativas laborales.

- Población por sexo

En el caso del análisis por sexo tanto en Putre como en Camarones y General Lagos, se genera una dinámica distinta a la de los grandes centros urbanos, ya que existe un porcentaje considerablemente menor de mujeres, en los otros casos vemos que tanto para Arica, como para la Región y el país las cifras nos arrojan un mayor porcentaje de mujeres. Esto se puede entender si pensamos que en general las primeras en emigrar son las mujeres junto a sus hijos, principalmente por motivos educacionales, los hombres muchas veces permanecen en la comuna dedicándose a las actividades típicas como la agricultura y ganadería. Además para el caso de Putre hay que tomar en consideración nuevamente el regimiento Huamachuco, que hace aumentar en gran medida la población masculina.

En el caso de la comuna de Arica la tendencia es similar a la nacional, existiendo un mayor número de mujeres.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Tabla 2-66 Distribución de la población por sexo. Años 2002 y 2009

Comuna	2002*		2009**	
	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer
Arica	91.742	93.526	88.023	93.909
Camarones	745	475	918	674
Putre	1.345	632	887	494
General Lagos	761	418	888	354
Región de Arica y Parinacota	94.593	95.051	90.716	95.431
País	7.447.695	7.668.740	8.379.571	8.549.302

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE).

*Censo de Población y Vivienda 2002.

**Proyección de población.

- Área Urbano- Rural

El censo 2002 define la población urbana como “ la que vive en conjuntos de viviendas concentradas con más de 2.000 habitantes, o entre 1.001 y 2.000 habitantes con un 50% o más de su población económicamente activa dedicada a actividades secundarias y/o terciarias.

Excepcionalmente, se consideran urbanos los centros de turismo y recreación que cuentan con más de 250 viviendas concentradas y no cumplen el requisito de población.”

Por su parte la población rural es definida como un “asentamiento humano concentrado o disperso con 1.000 o menos habitantes, o entre 1.001 y 2.000 habitantes, en los que menos del 50% de la población económicamente activa se dedica a actividades secundarias.”

En el caso particular de Putre un 62% de la población es considerada urbana, básicamente en razón de la excepcionalidad mencionada, ya que es una comuna con una vocación eminentemente turística.

Arica concentra prácticamente el total de la población urbana de la Región, específicamente en la ciudad del mismo nombre.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Tabla 2-67 Población Urbana Rural Provincia de Parinacota

Comuna	2002*		
	Población total	Distribución de Población	
		Urbana	Rural
Putre	1.977	1.235/62,47%	742/37,53%
General Lagos	1.179	0/0%	1.179/100%
Arica	185.268	175.448/94,7%	9.820/5,3%
Camarones	1.220	0/0%	1.220/100%
Provincia de Parinacota	3.156	1.235/ 39,13%	1.921/ 60,87%

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas (INE).

* Censo de Población y Vivienda 2002

**Proyección de población

- Grupos etarios

En relación a la población por grupos de edad según los datos del INE, en la comuna de Putre todos los grupos etarios han registrado una variación intercensal negativa, siendo el grupo que se encuentra entre los 0 y 17 años el que tiene la mayor variación, con un -34,6%, seguido por el grupo en edad productiva, entre 18 y 64 años, y finalmente tenemos a los mayores de 65 años, que presentan una variación de un -27,2%. En general los grupos más jóvenes tienden a desplazarse por la búsqueda de oportunidades en el ámbito educacional, los grupos en edad productiva lo hacen principalmente por temas laborales, mientras que en el caso de los/as adultos/as mayores, priman principalmente los temas de salud, y por ende la cercanía a centros hospitalarios.

En la comuna de Arica tenemos una variación negativa para los grupos entre 0 y 17 años y 18 a 64, sin embargo en el grupo mayores de 65 tenemos una variación positiva 27,8% superior casi en 10 puntos porcentuales a las cifras del país, claramente existe una tendencia al envejecimiento de la población comunal.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	MANGANESO LOS PUMAS		

Tabla 2-68 Distribución de la población por grandes grupos de edad. Años 2002 y 2009

	0-17			18-64			65 y más			Total		
	2002	2008	Variación	2002	2008	variación	2002	2008	Variación	2002	2008	Variación
Putre	367	240	-34,6%	1.381	961	-30,4%	229	239	4,4	1.997	1.440	-27,2%
Arica	58.098	54.632	-6%	114.112	111.806	-2	13.058	16.682	27,8%	185.268	183.120	-1,2%

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE).

*Censo de Población y Vivienda 2002.

**Proyección de Población.

En el caso de la población joven en todas las comunas tenemos una mayoría de mujeres jóvenes, en Putre, aún cuando ya habíamos señalado que en general existe un predominio masculino la población femenina representa el 56,6% de la Población joven total, esta situación de algún modo pudiera relacionarse con un tema de género ya que se privilegia la educación de los varones y muchas veces son ellos los enviados a la ciudad de Arica para acceder a una mejor calidad educativa. Por otro lado Putre concentra sólo el 0,5% de la población joven de la región. En la comuna de Arica tanto para el área urbana como rural existe un mayor número de mujeres jóvenes.

Tabla 2-69 Población Joven (15-29 años)

Zona	Arica		Camarones		Putre		General Lagos	
	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer
Urbano	20.966	22.326	0	0	65	84	0	0
Rural	1.110	1.404	45	58	37	49	5	10

Fuente: Casen 2009

Tabla 2-70 Población Adulta Mayor

	Arica	Camarones	Putre	General Lagos
60 – 64	6.329	67	37	12
65 – 69	4.642	52	94	12
70 – 74	3.444	27	73	9
75 – 79	3.639	30	61	7
80 – 84	1.037	23	27	5
85 – 89	943	7	12	0
90 – 94	160	5	10	3
95 – 99	0	0	0	0

Fuente: Casen 2009

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Como podemos observar en la tabla anterior la población adulta mayor de Putre se concentra mayoritariamente en los rangos de 65 a 69 años. La población total de adultos mayores representa el 1,5% del total regional de adultos mayores y el 15.9% de la población total de la comuna cifra mayor al porcentaje nacional que se calcula en un 13%.

En la comuna de Arica los rangos etarios en los que hay mayor concentración de adultos/as mayores, corresponden al rango 60 a 64 años, la comuna concentra además el 97,2% de la población adulta mayor de la Región. Por otro lado los/as adultos/as mayores de la comuna, corresponden al 11,1% de la población comunal.

Tabla 2-71 Población Coronel Alcérreca según grupo etario

Distribución poblacional según edades-Censo 2002 ^{/1}					
Edades Quinquenales	Hombre	Mujer	N° total de personas	Porcentaje Total de personas	Indice de Masculinidad *
0-4	2	2	4	1,43%	100
5-9	5	1	6	2,14%	500
10-14	2	-	2	0,71%	-
15-19	212	-	212	75,71%	-
20-24	18	-	18	6,43%	-
25-29	9	1	10	3,57%	900
30-34	4	-	4	1,43%	-
35-39	1	1	2	0,71%	100
40-44	4	2	6	2,14%	200
45-49	6	-	6	2,14%	-
50-54	3	1	4	1,43%	300
55-59	-	1	1	0,36%	-
60-64	1	-	1	0,36%	-
75-79	1	-	1	0,36%	-
80 y más	1	2	3	1,07%	50
Total	269	11	280	100,00%	2.445

1: Se debe tener en cuenta que en la Localidad de Coronel Alcérreca existía un regimiento militar, cuando se realizó el censo.

Fuente: Censo 2002

La localidad de Coronel Alcérreca, perteneciente a la comuna de General Lagos que al igual que Putre, pertenece a la Provincia de Parinacota. Se accede desde la ciudad de Arica vía ruta A-123 y CH-11 Arica- Tambo Quemado. Las cifras que arroja el censo 2002, no representan la realidad actual de la localidad, ya que en esa época existía un regimiento en el lugar lo que arroja una cifra

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

poblacional extremadamente alta, si vemos la cifra del censo 1992, en la localidad habitaban 10 personas, se estima que en la actualidad la cifra debe ser similar.

Tabla 2-72 Variación Intercensal Coronel Alcarréca

Variación Intercensal Censos 1992-2002			
Categorías	N° de personas Censo 1992	Variación en N° de personas	Variación Porcentual
Hombre	8	261	3263%
Mujer	2	9	450%
Total	10	270	2700%

Fuente: Censo 2002

3. Migraciones

Concordante con el despoblamiento que están viviendo las comunas andinas de la región, el Pladeco de la comuna de Putre señala que hay un 40% de personas que se han movilizado hacia otras comunas, principalmente hacia Arica. Asimismo hay un 21% de inmigrantes en la comuna, vale decir, que hace al menos 5 años vivían en otra comuna, región o país. Esta última cifra se acerca a porcentaje de personas vinculadas al ejército al momento del censo de 2002, los cuales suelen venir de diferentes comunas del país. No obstante, a través del trabajo de campo, fue posible constatar la llegada de personas y en particular niños provenientes de Bolivia a la comuna de Putre.

En el caso de la comuna de Arica lo más destacable es la cantidad de extranjeros provenientes de Perú y Bolivia que llegan principalmente por motivos laborales, la cercanía con la ciudad de Tacna permite el rápido acceso a la ciudad, por lo que existe un número importante de población flotante que proviene de esta ciudad.

e) Natalidad y mortalidad

En la tabla siguiente se comparan los datos de las tasas de natalidad de la comuna de Putre, Arica, la Región y el País, podemos ver que en Putre ha habido un aumento sostenido de las tasas de nacimiento aunque la cantidad de nacidos vivos por cada 1000 habitantes es considerablemente menor a las cifras de la región y el país.

Tabla 2-73 Tasa de Natalidad. Años 2004-2007-2008

Comuna	2004	2007	2008
Putre	5,9	6,7	7,6
Arica	17,4	17,1	18,4
Región de Arica y Parinacota	17,4	16,8	18,11
País	15,1	14,9	14,8

Fuente: Ministerio de Salud. DEIS

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

En el caso de la mortalidad en el caso de Putre la cifra llegó a cero los años 2004 y 2007, para la mortalidad infantil, sin embargo la mortalidad general tuvo un aumento de 3 puntos. En Arica las cifras de mortalidad infantil son levemente inferiores al promedio nacional, y relativamente iguales para la mortalidad general.

Tabla 2-74 Tasa de mortalidad Año 2007

Comuna	Mortalidad Infantil		Mortalidad General	
	2004	2007	2004	2007
Putre	0	0	4,1	7,3
Arica	7,7	7,9	5,0	5,5
Región de Arica y Parinacota	7,7	7,9	5	5,5
País	8,4	8,3	5,4	5,6

Fuente: Ministerio de Salud.

- Escolaridad

Tal como se desprende de la siguiente tabla, la comuna de Putre tiene el promedio de escolaridad sustantivamente más bajo que el de la Región. Las cifras se han mantenido en el tiempo. Según los datos arrojados por la encuesta CASEN los años 2003, 2006 y 2009, las cifras nos señalan que el promedio de la población no ha alcanzado la enseñanza básica completa, mientras que para la región alcanzaba el año 2003 a 10,9, con una baja al año 2009. La comuna de Arica se ha mantenido en un promedio de 10 años.

Tabla 2-75 Años de escolaridad promedio. Años 2003 2006 y 2009

Comuna	2003	2006	2009
Región	10,9	10,6	9,2
Putre	6,8	6,7	6,5
Arica	10,9	10,6	10,6

Fuente: Ministerio de Planificación, (MIDEPLAN). Encuesta CASEN.

En cuanto a la tasa de analfabetismo, la comuna de Putre presenta una fuerte diferenciación por género, si bien en general la tasa tanto en hombres como mujeres es considerablemente superior a la regional, siendo de un 7,8%, mientras que para la región llega sólo al 0,5%, la diferencia entre hombres y mujeres llega casi al doble, siendo de un 10,3% para el caso de las mujeres, de esta forma podemos señalar que existe mayor dificultad en el acceso a la educación en las mujeres indígenas rurales, lo que las hace más vulnerables, con menor acceso a empleos, o insertas en condiciones precarias.

En la comuna de Arica también se genera una diferenciación por género siendo mayor la tasa de analfabetismo en las mujeres, pero con un porcentaje claramente inferior a la realizada de Putre.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Tabla 2-76 Tasa De Analfabetismo. Año 2002

Comuna	2002		
	Hombre (%)	Mujer (%)	Promedio (%)
Región	1,8	3,0	2,4
Putre	3,37	26,78	10,54
Arica	1,67	2,62	2,15

Fuente: Censo 2002

Tabla 2-77 Matrícula Por Dependencia Administrativa. Años 2002 Y 2007

Comuna	Municipal		Particular subvencionado		Particular pagado		Corporación privada		Total	
	2002	2007	2002	2007	2002	2007	2002	2007	2002	2007
Putre	255	264	0	0	0	0	0	0	255	264
Arica	26.601	20.509	17.212	24.151	2.008	1.423	0	0	45.821	46.083

Fuente: Ministerio de Educación

Según las cifras del Ministerio de Educación Putre sólo cuenta con enseñanza municipalizada a través de 7 establecimientos educacionales. El año 2007, la matrícula alcanzaba a 264 alumnos de los cuales 204 cursaban enseñanza básica y 59 enseñanza media.

El Pladeco de Putre observa que la mayoría se educa en el Liceo Técnico Profesional Granaderos C-3 de Putre, sólo éste cuenta con enseñanza media, la que a contar del 2007 pasó de ser enseñanza científica humanista a técnico profesional, lo que favoreció el incremento de la matrícula. La mayoría de las escuelas restantes tienen enseñanza unidocente y multigrado, ya que la cantidad de alumnos no supera los 10.

En el caso de la comuna de Arica, podemos destacar que ha existido un paulatino abandono de la educación Municipal, y también particular, optando mayoritariamente por la educación particular subvencionada que entre los años 2002 y 2007, tuvo un crecimiento de un 40%. En general los malos resultados en el Simce, y el bajo costo de los establecimientos subvencionados han influido en este proceso.

Tabla 2-78 Tasa De Analfabetismo Coronel Alcérreca. Año 2002

Población Alfabeto y Analfabeto según sexo			
	Hombre	Mujer	Total
Analfabetos	2,90%	1,09%	3,99%
Alfabetos	93,84%	2,17%	96,01%
Total	96,74%	3,26%	100,00%

Censo: 2002

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Tabla 2-79 Población según años de estudios, Coronel Alcérreca. Año 2002

Población según años de estudio									
Enseñanza Formal	Ultimo curso o año aprobado de enseñanza formal								N° total de personas
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Básica/Primaria	1	2	2	4	5	3	2	31	50
Media Común	11	16	14	50	-	-	-	-	91
Media Comercial	2	5	12	25	2	-	-	-	46
Media Industrial	6	18	11	38	-	-	-	-	73
Centro de Formación Técnica	-	1	-	-	-	-	-	-	1
Instituto Profesional	-	-	1	-	-	-	-	-	1
Universitaria	2	-	-	5	-	-	-	-	7
Total	22	42	40	122	7	3	2	31	269

Censo: 2002

Al igual que sucede con el número de habitantes la información se encuentra distorsionada por la presencia del contingente militar que para la época del censo existía en la zona.

4. Dimensión Antropológica

Este apartado considerará las expresiones culturales, las costumbres, ritos, creencias religiosas, considerando el factor de etnicidad de los grupos humanos, su sentimiento de arraigo, tipo de organización y relaciones que se generan al interior de la comunidad. Se determinarán los grupos étnicos localizados en el área de influencia, caracterizando sus tradiciones sociales, comunitarias y religiosas, y su nivel de participación en el desarrollo de la zona.

- Etnicidad

La etnicidad esta medida por la adscripción de los individuos a un determinado grupo étnico, vale decir, por la afirmación de los individuos de pertenecer o sentirse parte de un determinado grupo, en el caso de las comunas de Putre y Arica, de acuerdo a los datos de esta variable arrojados por el censo de 2002, podemos encontrar la siguiente distribución:

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Tabla 2-80 Distribución de la población por etnia declarada. Año 2002

Comuna	Mapuche	Aymara	Atacameño	Rapa Nui	Alcalufe	Quechua	Yamana	Colla	Ninguna de las anteriores	Total de personas que declaran
Putre	25 1,3%	1.005 50,8%	3 0,2%	2 0,1%	1 0,05	3 0,15	1 0,05	6 0,30	931 47,6%	100% 1.977
General Lagos	23 2,0%	704 59,7%	2 0,2%	0 0,0%	0 0%	2 0,17%	0 0%	0 0%	448 38,2%	100% 1.179
Arica	2.517 1,36	23.288 2,57	486 0,26	35 0,02	38 0,02%	382 0,21%	46 0,02%	164 0,09%	158.312 85,45%	100% 185.268
Camaronas	6 0,49%	733 60,08%	3 0,25%	0 0%	0 0%	7 0,57%	0 0%	2 0,16%	469 38,44	100% 1.220

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas (INE). Censo de Población y Vivienda 2002.

La comuna de Putre es una comuna donde se asienta mayoritariamente población Aymara, el año 1995, al alero de la ley indígena 19.253, se reconoce la etnia Aymara. En el Párrafo 1, Principios Generales, Artículo 1º, se señala: El Estado reconoce como principales etnias indígenas de Chile a: la **Mapuche, Aymará, Rapa Nui o Pascuences**, la de las comunidades Atacameñas **Quechuas y Collas** del norte del país las comunidades **Kawashkar o Alcalufe** y **Yamana o Yagan** de los canales australes. El Estado valora su existencia por ser parte esencial de las raíces de la Nación chilena, así como su integridad y desarrollo, de acuerdo a sus costumbres y valores.

Las cifras del censo 2002 no son comparables con las de 1992, ya que en ese censo se preguntaba a los mayores de 14 años, a partir del censo 2002 se censa al 100% de la población.

Actualmente los habitantes de Putre que adscriben a la Etnia Aymara bordean el 51%, lo que representa al 3,9% de la población Aymara que habita la Región. Un número importante de Aymaras de la comuna han emigrado, tanto por motivos laborales, como por la búsqueda de mejores expectativas de estudio para sus hijos/as, la mayoría se ha radicado en Arica, según los datos del censo, los habitantes de Arica que se reconocen pertenecientes a la etnia indígena Aymara llegan a los 23.288, lo que equivale a un 90,5% de la población Aymara de la Región.

El hecho de no vivir en la comuna de Putre, no ha significado la pérdida de identidad de estas personas, siguen reconociéndose como Aymara, manteniendo sus tradiciones y costumbres, y regresando a la comuna para participar de las fiestas típicas, además mantienen asociaciones indígenas en la comuna de Arica, lo que les permite estar en contacto y desarrollar actividades que ayudan a la preservación de la cultura.

En cuanto al porcentaje étnico de la población de Putre, está formado mayoritariamente los conscriptos y militares del regimiento Huamachuco, los que equivalen a unas 500 personas.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Tabla 2-81 Distribución de la población por etnia declarada, Coronel Alcérreca. Año 2002

Número de personas pertenecientes a Pueblos Originarios o Indígenas según sexo				
Etnia	Hombre	Mujer	N° total de personas	Porcentaje de personas
Aimara	18	8	26	9,29%
Mapuche	16	1	17	6,07%
Quechua	1	-	1	0,36%
N/A*	234	2	236	84,29%
Total	269	11	280	100,00%

*: Ninguna de las anteriores.

Fuente: Censo 2002

En cuanto a las pertenencia a pueblos originarios, específicamente el Aymara, se estima que la totalidad de la población pertenece a la etnia Aymara, quedando fuera los miembros del regimiento que existía en la época en que se realizó el censo, eso genera que más del 80% de la población de la localidad se declarara como no perteneciente a ninguna etnia.

- Religión

La Religión al igual que la Etnicidad, es medida a través de la expresión de la adscripción de los individuos a determinados credos religiosos, de acuerdo al Censo Nacional de 2002, la distribución de la adscripción a los credos religiosos es la siguiente:

Tabla 2-82 Distribución de la población según religión declarada. Año 2002

Comuna	Católica	Evangélica	Otras religiones	Ninguna, ateo, agnóstico	Total de personas que declaran
Arica	69,8%	12,3%	9,0%	8,9%	137.193
Camarones	74,87%	13,48%	4,59	7,06%	935
Putre	66,6%	22,3%	6,3%	4,9%	1.693
General Lagos	61,4%	21,6%	8,7%	8,4%	945
País	70,0%	15,1%	6,6%	8,3%	11.226.309

Fuente: INE 2002.

La población de Putre se define principalmente como católica (consulta realizada a los/as mayores de 15 a, esta Adscripción mayoritaria a la Religión católica, es clara muestra del sincretismo religioso ocurrido en las comunidades indígenas durante la colonización española. Como una forma de preservar sus ritos y costumbres religiosas, aceptaron la nueva fe, sin embargo esto no significó que perdieran sus costumbres y creencias, sino que las incorporaron al catolicismo. Putre, al igual que la mayoría de las comunidades indígenas tienen además un Santo Patrono, en este

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

caso es San Idelfonso y la Virgen de Asunta, todos los años a partir del 12 de junio, y durante 4 días se celebra una fiesta en su honor, se denomina la fiesta de “la asunta” pues así denominan a la ascensión de la Virgen María, esta fiesta se celebra el 15 de agosto, y en ella es posible observar cómo se fusionaron las creencias religiosas católicas, con los mitos, ritos y costumbres de la etnia Aymara.

A pesar de la predominancia católica podemos observar que un 22,3% de la población adscribe a la religión evangélica, constituyéndose en el porcentaje regional más alto para esta religión, esta religión comenzó a penetrar en las comunidades indígenas en los años 80, cuando comenzaron a construir iglesias y a enviar pastores a vivir a las comunidades.

En Arica se da una situación similar a la del país, teniendo casi un 70% de la población que se define como católica, seguido de un 12% que adhiere a la evangélica, religión que sin embargo ha ido en aumento, ya que según las cifras del censo 1992, un 76% de la población Ariqueña se declaraba católica.

Tabla 2-83 Distribución de la población según religión declarada, Coronel Alcérreca. Año 2002

Población de 15 años o más según sexo y religión que profesa			
Religión que profesa	Sexo del Encuestado		N° total de personas
	Hombre	Mujer	
Católica	190	5	195
Evangélica	32	3	35
Testigo de Jehová	3	-	3
Mormón	5	-	5
Otra religión o credo	3	-	3
Ninguna, ateo, agnóstico	27	-	27
Total	260	8	268

Fuente: Censo 2002

Para este caso de la religión declarada, resulta más complejo definir quiénes son los habitantes originarios y cuáles los que pertenecían al regimieto, sin embargo al igual que en otras comunidades indígenas se estima que la mayoría de la población adhiere a la religión católica, aunque en el último tiempo ha penetrado fuerte la iglesia evangélica.

c) Estado Civil

De acuerdo al Censo Nacional de Población del año 2002, la distribución de la población de acuerdo a su estado civil es la siguiente:

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Tabla 2-84 Población Mayor de 14 años, Según Estado Civil

Comuna	Casados	Separados	Convivientes	Anulados	Solteros	Viudos	Total mayores de 14 años
Putre	615/ 36,33%	57/3,37 %	159/9,39 %	8/0,47%	761/44, 95%	93/ 5,49%	1.693/100%
Arica	56.923 41,49%	8.346 6,08%	14.100 10,28%	625 0,46%	51.033 37,20%	6.166 4,49%	137.193 100%

Fuente INE 2002

De las cifras de la podemos destacar que más de un tercio de la población se encuentra casada y casi un 45% soltera, sin embargo debido a que el censo se realizó antes se aprobara la ley de divorcio estas cifras podrían tener alguna variación. Para el caso de Arica más del 40% de los mayores de 14 años se encuentran casados, mientras que un 37% está soltero.

- Historia:

Fotografía 2-80. Vista panorámica de Putre



La historia de la comuna de Putre, se remonta a los primeros asentamientos De comunidades Aymaras, que se instalaron en el altiplano, y que tenían un constante intercambio económico cultural con los indígenas que habitaban las orillas del Lago Titicaca.

Los hallazgos arqueológicos nos hablan de una cultura que se instaló hace más de 9.000 años, dedicada al pastoreo de camélidos y posteriormente desarrollando un sistema de agricultura de altura, a través de la utilización del recurso hídrico proveniente de los bofedales. Con la dominación Inca se adquieren nuevas técnicas de regadío y se recurre a la técnica de cultivo por

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

terrazas, lo que permite mayor rendimiento de la tierra y diversificación de la agricultura, en la actualidad aún es posible ver la utilización de estas técnicas en la comuna.

El Aymara concibe su habitat desde una cosmovisión que lo hace parte de éste, lo natural y lo sobrenatural se entrecruzan, dando origen a una visión religiosa, que a pesar del sincretismo que operó durante la conquista española, mantiene viva la idea de que la naturaleza es sagrada, mantienen las costumbres y ritos religiosos basados en sus antepasados y fusionado con los rituales y símbolos de origen cristiano.

Su lengua es el Aymara, la más hablada después del Quechua, en el área andina, la que a pesar de los procesos de “chilenización” (proceso que intentaba integrar a la cultura Aymara al país a través de métodos que incluían estrategias para la pérdida de identidad étnica, entre ellos la pérdida del lenguaje) aún se hablaba en gran parte de las comunidades indígenas. Como otros pueblos indígenas vive en una situación de bilingüismo y, en general, debe desenvolverse usando el español hacia la sociedad global y el aymara en las actividades propias de su cultura.

En términos alimentarios la papa, la quinoa, la harina de maíz, el charqui y la carne de camélidos, son los alimentos más consumidos, el rol en la cocina en general es desempeñado por las mujeres.

La comuna como tal fue creada por el DFL N° 8583 el 30 de diciembre de 1927. En 1979 se suprimió la antigua comuna de Belén, anexándola a Putre. Desde el año 1982 es capital provincial.

Historia de Arica

Fotografía 2-81. El Morro de Arica



Los diversos estudios arqueológicos, señalan que ya desde el año 6.000 A.C. había un núcleo de aborígenes pertenecientes a la cultura Chinchorro. Unos 1.000 años después, se manifiestan rasgos culturales de cestería y textiles; esta última seguramente proviene del Perú al igual que ciertas Plantas Cultivadas (calabazas, maíz, algodón) llegadas aún antes de la cerámica, que corresponde a los comienzos de nuestra era.

Le siguió (siglo XII) la fase cultural "Gentilar" también con base cerámica de acentuada policromía

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

y abusos de elementos decorativos. Los tejidos muestran figuras mitológicas (Llamas de dos cabezas, serpientes, etc.)

La Conquista española se inicia el año 1535, con la llegada de el Capitán Ruy Díaz, y más tarde, el 22 de enero de 1540, Francisco Pizarro dio en encomienda a Lucas Martínez Vegaso un territorio con 263 indios, dicho lugar se extendía por la costa, desde la desembocadura de la quebrada de Camarones hasta el poblado indígena de Ilo en el Norte. Arica fue fundada en 1541 y justamente en el día de su patrono el evangelista San Marcos, por lo que se le llamo Villa San Marcos de Arica, el fundador fue Lucas Martínez Vegaso. En la zona el cacique a la llegada de los españoles era Ariacca. Los españoles simplificaron la pronunciación a "Arica". Estos la poblaron hacia 1547 y su primer corregidor fue Francisco Rodríguez Almeida. Recibió el título de ciudad de Felipe II en 1570.

Posteriormente se constituye en el puerto más importante de la costa, por lo que era un lugar buscado por piratas y corsarios.

Figura 2-74 Escudo de Arica



La Guerra del Pacífico incorpora Arica quedó al territorio chileno en virtud del Tratado de Lima, comenzando una época de crecimiento y esplendor económico para la ciudad. Sin embargo algunas enfermedades como el paludismo y la Malaria, atentan contra este continuo crecimiento, el año 1913, se solicitó al doctor Juan Noé Crevani un informe sobre esta situación. En 1925, el gobierno le encargó una campaña de emergencia antimalárica. La campaña que habría de erradicar definitivamente el paludismo en el Departamento de Arica, la inició el propio Dr. Juan Noé, hacia 1937 finalizando ésta oficialmente en 1953.

Por otra parte, las obras y el progreso continuaban hasta que surgió la iniciativa más auspiciosa para la región. Fue el Decreto Supremo N°303 dictado el 25 de Julio de 1953 bajo la presidencia de Carlos Ibañez del Campo, que declaró a Arica "Puerto Libre". Esto es sabido y transformó en poco tiempo a la ciudad en una de las más importantes de Chile. Pero esta disposición no fue la única que la favoreció. El 30 de Octubre de 1958 iniciaba sus actividades la Junta de Adelanto de Arica creada por la Ley N°13.039 y que vendría a solidificar el desarrollo económico, turístico y social de la zona. Con la eliminación del Puerto Libre y la creación de la zona Franca de Iquique,

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

comienza un proceso de estancamiento y crisis socioeconómica, que culmina con la regionalización de Arica Parinacota.

e) Fiestas Religiosas

Tanto la comuna de Putre y sus localidades, como así también Arica, poseen numerosas fiestas religiosas producto del sincretismo de la cultura Aymara prehispánica, y las tradiciones católicas impuestas por los conquistadores, si bien los aymaras han logrado mantener su identidad y cosmovisión, debieron adaptarla a la cultura hispánica, por lo que construyeron una nueva forma de religiosidad, a partir del pensamiento católico y el étnico.

El Aymara concibe su habitat como el medio andino que dio origen y bienestar a la comunidad. Para él existe una sola realidad conformada por dos ámbitos: el medio natural y el mundo sobrenatural.

Es una visión religiosa que sacraliza la naturaleza y legitima la posición del hombre sobre ella. Esta cosmovisión se formó en diferentes épocas pasadas y refleja los grandes cambios de su historia. Así es como hoy denominan Costumbre a los ritos religiosos basados en sus antepasados y Religión a los rituales y símbolos de origen cristiano. A continuación se realiza una breve descripción de las festividades más representativas de la común y sus localidades.

Virgen del Carmen: Se celebra en la localidad de Socoroma, el 16 de Julio, las actividades de celebración corresponde a una misa y una procesión por el pueblo.

Cruz de Mayo: se celebra en Putre y otros pueblos, del 1 al 3 de mayo Ceremonia tradicional que abarca todos los pequeños pueblos de la región. El día 1 los feligreses suben al cerro y traen las pequeñas cruces a sus casas, donde se les arrancan las “vestiduras” del año anterior y se les cubre de flores frescas y decoraciones de papel. En la segunda noche los fieles vuelven a subir al cerro y dejan allí las cruces remozadas.

San Ildefonso: Patrono de Putre, se celebra el 23 de Enero, a través de una procesión de mucho colorido y festividad.

Viernes Santo

Se realiza en Putre una ceremonia que dura hasta el amanecer, se realizan dos procesiones una para acompañar a la Virgen y la otra a Cristo.

San José Obrero

Realizada en Chapiquiña 1 de Mayo, es su fiesta patronal, en la cual festejan con una misa, procesión y una fiesta con música y bailes.

Cruz de Mayo

Esta fiesta religiosa que se desarrolla entre el 1 y 3 de Mayo en Putre tiene como característica principal la concurrencia de las familias a un cerro cercano donde retiran una cruz y la llevan a casa de un alférez, donde la decoran con flores y papeles de color, luego es depositada mediante una procesión en el mismo cerro.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

San Isidro Labrador

Putre 15 de Mayo, fiesta con baile y comidas típicas.

San Juan

Realizada en Guallatire, el 24 de Junio. La comunidad participa en una misa y procesión por el pueblo, terminando con una fiesta en la plaza o sede social.

San Juan y Floreo de Ganado

En la localidad de Ticnamar, el 24 de junio, Junto a la celebración del Santo se efectúa la ceremonia de floreamiento del ganado.

San Juan y Floreo de Ganado

Putre, el 24 de Junio, celebración religiosa, en la que además se realiza el floreo de los animales. Cada familia adorna sus animales con lanas de diferentes colores, que ponen en las orejas de los animales, simbolizando la fertilidad y la protección del ganado.

Santiago Apóstol

Guallatire, el 25 de Julio, en la víspera, un grupo de músicos llamados ‘Compañía’, toca sus zampoñas en torno de una hoguera. La iglesia luce adornada. Procesión. Cánticos sagrados.

Santiago Apóstol

Parinacota, 25 de Julio, corresponde a la fiesta patronal y en ella la comunidad celebra con bailes y procesiones durante varios días.

Santiago Apóstol

Belén, el 25 de Julio, la fiesta comienza a las veintidós horas, en el interior del templo con la masiva participación de la comunidad. Presidida por un Yatiri.

Fiesta de Asunta o Virgen del Tránsito

Fiesta tradicional de Putre realizada el 15 de agosto, ya que la Virgen Asunta es su patrona

La festividad comienza la víspera con la ceremonia de “levantamiento de velas” cuando cae la tarde. A las nueve de la noche se inicia el rosario presidido por el alferez.

A continuación hay una procesión por la plaza, luego todos se reúnen ante una luminaria de leña, donde se consume ponche caliente llamado pusitunka y se bailan valeses, cuecas, marineras y huaynos. Al día siguiente se celebra la misa y tras ella se realiza una procesión con las andas de la virgen de Asunta, San Ildefonso, la Candelaria, la virgen del Carmen y otras. Durante el trayecto se cantan coplas tradicionales intercaladas con ritmos de zampoña.

Santa Rosa

Ticnamar, el 30 de agosto es su fiesta patronal que se celebra con una misa y una procesión acompañada de bailes típicos.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Santa Rosa de Lima

Caquena, el 30 de Agosto corresponde a su fiesta patronal. Alféreces mandan a realizar vísperas y misas. Realizan una procesión nocturna.

Natividad de Nuestra Señora

Parinacota, 8 de septiembre. La fiesta dura de siete a ocho días. Las vísperas, el pueblo cobra vida y agitación.

Virgen Concebida

La fiesta se celebra el 22 de septiembre, en Guallatire amenizada con una banda de músicos, sacrifican un llamo (vilancha) comen su sangre asada, y con la sangre del animal rociar los sitios más importantes del poblado.

San Francisco

Es la fiesta patronal del poblado de Socoroma. La comunidad participa en una misa en la iglesia del pueblo y posteriormente de una procesión por estaciones ceremoniales. La fiesta religiosa termina con un gran baile en la plaza del pueblo.

San Francisco de Asís

Se celebra en Belén, a través de una fiesta folclórica celebran a San Francisco.

Virgen del Rosario

Realizada en Socoroma, el primer domingo de octubre, a través de ritos populares.

Virgen de los Remedios

En Zapahuira, el 21 de Noviembre la comunidad participa en distintas actividades como misa, peregrinación y bailes.

Virgen de los Remedios

En Timalchaca, el 21 de noviembre se realiza una procesión en la que con un ramito de flores se toca el rostro de la virgen. Hay música con bandas de bronce, y la fiesta se prolonga por tres días.

San Andrés

Se celebra en la localidad de Pachama (actualmente no habitado), el 30 de Noviembre, hasta allí acuden los vecinos radicados en Arica para celebrar a San Andrés.

El día 29 se cantan vísperas. La celebración se hace con los habitantes de Chapiquiña. El 30, voltean las campanas y hay camaretas. Se realizan bailes, existen bandas y se culmina con una comida denominada guatía, que es una especie de curanto nortino, típico de las festividades.

Carnaval

Se celebra en la localidad de Belén, siete semanas antes de la Semana Santa. La comunidad, durante una semana, realiza distintas actividades como bailes, challa y visitan las diferentes casas del pueblo, con el objeto de tener un año próspero.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Día de los Muertos

Belén, 1 y 2 de Noviembre, se adornan los santos de la iglesia. Hacen sonar las campanas de la iglesia, las dueñas de casa preparan comidas para los difuntos, bizcochuelos, tortas, bollos, panes de dulce y galletas, los picantes, las cazuelas y la chicha de maíz, creen que las almas que andan vagando van a comerlos. Se prepara la mesa para las visitas y recordando al difunto se come aquello que más le agradó en vida. La iglesia está abierta toda la noche y en ella se levanta un catafalco, en torno de él algunas velan a sus muertos. A la medianoche se va en peregrinación al cementerio, con hachones y linternas.

Al día siguiente se realiza una nueva procesión.

Día de los Muertos

En la localidad de Parinacota, los días 1 y 2 de noviembre, en la tarde comienzan a sonar las campanas durante toda la noche. Cocinan panes que representan personas, animales y cruces, luego los colocan en un altar en la casa y rezan ante ellos. El 2, al medio día, van al cementerio y se comen estos panes en la tumba de sus muertos

Fotografía 2-82. Carnaval de Putre



Fuente: <http://pueblo-de-putre.blogspot.com/2009/04/carnaval-de-putre.html>

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Fotografía 2-83. Fiesta Cruz de Mayo



Fiestas típicas de Arica

Carnaval con la Fuerza del Sol

Se realiza en el mes de febrero, durante tres días y tres noches, en la que se realizan bailes y música, a través de comparsas se manifiesta la cultura andina de la zona. Participan bailes Chile, Perú y Bolivia y es organizado por la Confraternidad de Bailes Andinos, la Federación Kimsa Suyu y la Municipalidad de Arica.

Encuentro de Tunas

En el mes de febrero se realiza esta ya típica festividad, con cánticos románticos, bailes y coloridas vestimentas, congrega a Tunas y Estudiantinas, de diferentes regiones de Chile y de otros países de Latinoamérica.

Día de Arica

Se conmemora el Asalto y Toma del Morro de Arica, enfrentó a la República Peruana contra la República de Chile en el sur del Perú y se llevó a cabo en la ciudad de Arica en junio de 1880.

Tirana Chica

Luego de terminada la fiesta principal en la localidad de La Tirana, los bailes religiosos agradecen a la Virgen por su protección y se despiden de ella, cerrando así la celebración. Esta ocasión es aprovechada por muchos fieles devotos de la Santísima Virgen que no pudieron peregrinar a la fiesta principal para venerar a la Madre del Señor.

Cruz de Mayo

La Cruz de Mayo es una tradición que en el Valle de Azapa nace con la llegada de los misioneros españoles, quienes debido al desconocimiento del idioma de los pueblos originarios debieron reforzar la evangelización con símbolos cristianos. En la actualidad, las comunidades del Valle de Azapa veneran la Santa Cruz con importantes celebraciones que consideran el nombramiento de

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

"Alferez" para la organización de las ceremonias religiosas y fiestas asegurando la asistencia de toda la comunidad de su capilla. La Cruz, es "bajada" generalmente del cerro más alto en el sector donde reside la comunidad y venerada durante una semana en la capilla, para luego ser "subida" al mismo lugar donde fue instalada por los primeros habitantes cristianos.

Virgen de las Peñas

Una de las más antiguas tradiciones de devoción en nuestra diócesis corresponde al peregrinaje a la "Virgen de Las Peñas" que se realiza el primer domingo de Octubre de cada año y al que concurren miles de peregrinos del norte de Chile y sur del Perú. El Santuario de Nuestra Señora del Rosario de Las Peñas, se encuentra ubicado en el sector de Livilcar aproximadamente a 72 kilómetros de Arica y al el se accede por un camino pavimentado en 45 kilómetros, 10 kilómetros de camino de tierra estabilizada, lugar en que se debe descender del vehículo y avanzar por un difícil sendero peatonal de 17 kilómetros, entre piedras, riachuelos y quebradas.

Hay por lo menos dos leyendas referente al origen el culto de la Virgen de las Peñas en Livilcar. La primera dice que hace mucho tiempo en un pequeño pueblo de Carangas (provincia boliviana del Altiplano colindante al Depto. de Arica) se celebraba la fiesta de la Virgen del Rosario. Una vez, el alferez que estaba a cargo de la fiesta - quien era pobre- causó el desprecio de un hombre que era rico y orgulloso. Al final de la fiesta ese hombre agarró el estandarte para un año siguiente. Para humillar al alferez dijo, que él iba a hacer la fiesta como debía hacerse.

Organizaciones sociales

Según la información del PLADECO de Putre existen 123 organizaciones comunitarias, entre las que destacan las organizaciones culturales y las comunidades indígenas, también son importantes las Juntas Vecinales, de todas formas es importante aclarar que generalmente tanto en el caso de hombres como mujeres la participación se da en más de una organización, la mayoría pertenece a alguna comunidad indígena y participa además de otras instancias ya sea culturales, deportivas o de otro tipo.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Tabla 2-85 Organizaciones comunitarias.

Tipo de Organización	Número
Juntas de Vecinos	15
Unión Comunal	1
Centros de Madre	5
Comunidades Indígenas	26
Organizaciones de Mujeres	2
Organizaciones de Jóvenes	4
Organizaciones deportivas	13
Organizaciones de Adultos Mayores	13
Organizaciones sociales y culturales	32
Bailes Religiosos	3
Comités de Agua Potable	5
Otras Organizaciones	4
Total	123

Fuente: PLADECO 2008-2012

5. Dimensión Socioeconómica

La dimensión socioeconómica considera el empleo y desempleo, los patrones de asentamiento y los tipos de actividades productivas asociadas, la extracción de los recursos naturales por parte del grupo humano, en forma individual o asociativa, el mercado laboral, etc.

- Población Ocupada

<p>Considerando:</p> <p>A: Agricultura, ganadería, caza y silvicultura.</p> <p>B: Pesca.</p> <p>C: Explotación de minas y canteras.</p> <p>D: Industrias manufactureras.</p> <p>E: Suministro de electricidad, gas y agua.</p> <p>F: Construcción.</p> <p>G: Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores, motocicletas, efectos personales y enseres domésticos.</p> <p>H: Hoteles y restaurantes.</p>	<p>I: Transporte, almacenamiento y comunicaciones.</p> <p>J: Intermediación financiera.</p> <p>K: Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler.</p> <p>L: Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria.</p> <p>M: Enseñanza</p> <p>N: Servicios sociales y de salud.</p> <p>O: Otras actividades de servicios comunitarias, sociales y personales.</p> <p>P: Hogares privados con servicio doméstico.</p> <p>Q: Organizaciones y órganos extraterritoriales.</p>
--	--

Tabla 2-86 Población por Rama de Actividad

Rama de Actividad Económica	Población de 15 años o más ocupada		%		% según censo 1992	
	Putre	Arica	Putre	Arica	Putre	Arica
A	195	3.306	27,12	5,82	21,95	5,88
B	1	1.030	0,14	1,81	0,08	2,88
C	4	991	0,56	1,74	8,81	1,56
D	10	4.717	1,39	8,30	5,02	15,83
E	8	471	1,11	0,83	1,31	0,68
F	45	3.143	6,26	5,53	11,36	5,94
G	44	11.978	6,12	21,08	1,55	19,38
H	33	2.145	4,59	3,77	4,56	3,91
I	26	6.169	3,62	10,86	9,12	11,43
J	2	722	0,28	1,27	0,15	1,04
K	17	4.622	2,36	8,13	1,24	3,29
L	241	5.577	33,52	9,81	28,13	8,93
M	40	4.603	5,56	8,10	3,79	6,31
N	11	2.351	1,53	4,14	1	2,98
O	25	2.751	3,48	4,78	0,39	2,35
P	17	2.265	2,36	3,99	1,08	5,22
Q	0	14	0	0,02	0	0,02
Ignorado	0	3	0	0,01	0	0,09
Trabaja por primera vez	0	0	0	0	0	2,28
Total	719		100%			100%

Fuente: Censo 2002

En la tabla anterior se puede observar que la principal rama de actividad de la comuna de Putre es la rama L (Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria.), este dato debe estar principalmente influido por los funcionarios del Regimiento Reforzado N°24 Huamachuco. Por lo que principalmente las comunidades Aymaras de la comuna se dedican a la Rama A, sector agrícola ganadero. En el caso de Arica, la principal actividad es la G, que corresponde al comercio, a diferencia de las otras regiones del norte que concentran el 40% de la

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

actividad minera del país, en Arica, alcanza sólo al 5%. Se puede destacar también la baja que presenta el sector D, que corresponde a industria manufacturera, que tuvo una variación negativa de -7,53%, debido al cierre de varias industrias, esta merma estuvo explicada principalmente por la caída en el empleo del sub sector textil, en el cual durante el período intercensal disminuyeron en más de 2.000 los empleos.

Tabla 2-87 Rama de Actividad por sexo

Comuna de Putre				Comuna de Arica		
Rama de actividad económica	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer	Total
A	139	56	195	2.664	642	3.306
B	1	0	1	931	99	1030
C	4	0	4	958	33	991
D	5	5	10	3.438	1.279	4.717
E	7	1	8	381	90	471
F	44	1	45	3.046	97	3.143
G	22	22	44	7.361	4.617	11.978
H	13	20	33	1.034	1.111	2.145
I	21	5	26	5.288	881	6.169
J	1	1	2	378	344	722
K	10	7	17	3.085	1.537	4.622
L	216	25	241	4.254	1.323	5.577
M	18	22	40	1.604	2.999	4.603
N	7	4	11	766	1.585	2.351
O	12	13	25	917	1.798	2.715
P	2	15	17	160	2.105	2.265
Q	0	0	0	11	3	14
Total	520	197	717	36.276	20.543	56.819

En cuanto a los indicadores de pobreza e indigencia puede señalarse que entre el 2003 y 2006 la tendencia regional fue de una baja en los porcentajes de indigencia y pobreza, tanto en hogares, como personas, en la región para el año 2006 el 4,2% son pobres indigentes y el 14,4% son pobres

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	MANGANESO LOS PUMAS		

no indigentes. Según los datos de la Casen el mayor porcentaje de pobres tanto indigetes como no, son mujeres.

La comuna de Arica presenta los mayores niveles de pobreza e indigencia, los procesos migratorios tanto desde las comunas rurales como desde los países vecinos pudieran explicar esta situación, no hay que olvidar que hay una gran cantidad de extranjeros en situación irregulares que se emplean por salarios inferiores al mínimo. Por otro lado las personas provenientes de comunidades indígenas empeoran su ingreso al trasladarse a la ciudad.

Llama la atención la disminución de la indigencia en la comuna de Putre.

Tabla 2-88 Distribución de la población según condición de pobreza. Años 2003 y 2006

Comuna	Pobres Indigentes		Pobres no indigentes		No pobres	
	2003	2006	2003	2006	2003	2006
Arica	4,3%	4,2%	19,2%	14,5%	76,5%	81,3%
Camarones	3,5%	1,1%	7,1%	2,5%	89,4%	96,4%
Putre	10,8%	0,4%	15,6%	9,8%	73,6%	89,7%
General Lagos	3,5%	5,7%	35,3%	13,4%	61,2%	81,0%
Región (*)	4,4%	4,2%	19,2%	14,4%	76,4%	81,4%
País	4,7%	3,2%	14,0%	10,5%	81,3%	86,3%

Fuente: Ministerio de Planificación, (MIDEPLAN), Encuesta CASEN.

(*): Los valores regionales 2003 para el caso de las regiones de Arica y Parinacota, corresponden a una estimación, basada en la información comunal resumida de acuerdo a la actual división territorial que presentan estas regiones. Esta estimación se realizó con el fin de que los datos 2003 y 2006 sean comparables a través del tiempo.

Tabla 2-89 Distribución de los hogares según situación de pobreza. Años 2003 – 2006

Comuna	Pobres Indigentes		Pobres no indigentes		No pobres	
	2003	2006	2003	2006	2003	2006
Arica	3,5%	4,3%	15,8%	11,6%	80,7%	84,2%
Camarones	2,5%	0,6%	6,1%	0,7%	91,4%	98,7%
Putre	6,6%	0,3%	11,7%	5,5%	81,7%	94,2%
General Lagos	2,0%	3,7%	18,9%	8,9%	79,1%	87,5%
Región (*)	3,5%	4,2%	15,7%	11,4%	80,8%	84,4%
País	3,9%	2,7%	11,4%	8,5%	84,7%	88,7%

Fuente: Ministerio de Planificación, (MIDEPLAN), Encuesta CASEN.

(*): Los valores regionales 2003 para el caso de las regiones de Arica y Parinacota, corresponden a una estimación, basada en la información comunal resumida de acuerdo a la actual división territorial que presentan estas regiones. Esta estimación se realizó con el fin de que los datos 2003 y 2006 sean comparables a través del tiempo.

Por fuerza de trabajo se entiende a la población de 15 años y más que suministra la mano de obra para la producción de bienes y servicios. en el caso de la comuna de putre es de un 67,1%, de ellos

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

el 96,7% se encuentra en la categoría de ocupados y un 3,2% son desocupados, estas cifras corresponden a los datos de la encuesta casen del año 2006. si se compran las cifras relativas a la fuerza de trabajo del país y la comuna se aprecia que los valores para putre tienden al pleno empleo. Mientras en el año 2006 el país tenía una desocupación del 7,3% en putre la cifra era de 3,2%. Lo anterior se debe, entre otras cosas, al tipo de economía que se práctica en esta localidad, ligada a la agricultura, la ganadería y al turismo, utilizando a casi la totalidad de la población disponible como mano de obra. Otro elemento a destacar es el descenso de la fuerza de trabajo en la comuna de putre desde un 73,1% en el año 2000 a un 57,3% en el 2006, lo anterior se explica como una consecuencia respecto de los datos de migración que anteriormente revisamos, producto de la búsqueda de mejores ofertas laborales en sectores como arica y también por la continuación de estudios de los jóvenes de la comuna. Con respecto a las tasas de ocupación y desocupación podemos señalar que ha habido una baja significativa en la mayoría de las comunas, excepto en putre que se mantuvo, en el caso de arica la baja fue de 4 puntos porcentuales.

Tabla 2-90 Ocupados, desocupados e inactivos. Años 2003 y 2006

Comuna	Población Ocupada		Población Desocupada		Población Inactiva	
	2003	2006	2003	2006	2003	2006
Arica	72.624	70.537	10.614	6.773	56.350	57.103
Camarones	518	688	18	7	229	230
Putre	511	450	17	15	290	228
General Lagos	374	315	18	13	201	217
Región (*)	74.027	71.990	10.667	6.808	57.070	57.778
País	5.994.561	6.578.325	643.977	519.357	4.995.468	5.288.175

Fuente: Ministerio de Planificación, (MIDEPLAN), Encuesta CASEN.

(*): Los valores regionales 2003 para el caso de las regiones de Arica y Parinacota, corresponden a una estimación, basada en la información comunal resumida de acuerdo a la actual división territorial que presentan estas regiones. Esta estimación se realizó con el fin de que los datos 2003 y 2006 sean comparables a través del tiempo.

Tabla 2-91 Tasas de ocupación y desocupación. Años 2003 y 2006

Comuna	Tasa Ocupación		Tasa Desocupación		Tasa Participación	
	2003	2006	2003	2006	2003	2006
Arica	52,03	52,48	12,75	8,76	59,63	57,52
Camarones	67,71	74,38	3,36	1,01	70,07	75,14
Putre	62,47	64,94	3,22	3,23	64,55	67,10
General Lagos	63,07	57,80	4,59	3,96	66,10	60,18
Región (*)	52,22	52,71	12,59	8,64	59,74	57,70
País	51,53	53,11	9,70	7,32	57,06	57,30

Fuente: Ministerio de Planificación (MIDEPLAN, Encuesta Casen)

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

- Agricultura y Ganadería

Tabla 2-92 Uso del Suelo Agrícola

Tipo de suelos	Comuna de Putre	Comuna de Arica	Región de Arica Parinacota	País
Total de Explotaciones				
Número	328	1.657	2.427	278.637
Superficie (ha)	68.536,58	7.167,04	201.009,47	30.443.210,90
Suelos de Cultivos (Sup. Ha)	1.353,58	5.023,04	10.886,39	2.053.710,00
Cultivos anuales permanentes	194,58	4.263,06	4.649,43	1.305.326,70
Praderas sembradas permanentes. Y de rotación	770,83	269,28	1.558,76	395.409,40
En Barbecho y Descanso	388,14	491,08	4.678,20	352.973,90
Otros suelos (Sup. Ha)	67.120,74	2.143,62	189.775,98	28.389.500,90
Praderas mejoradas	4.966,00	4,20	5.306,13	1.046.571,20
Praderas naturales	42.849,50	420,03	158.894,20	11.111.064,10
Plantaciones forestales	2,04	6,46	10,50	850.077,20
Bosques naturales y montes	0,00	0,00	0,00	5.627.931,60
De uso indirecto	149,12	231,09	1.053,81	177.990,00
Estériles (áridos, Pedreg. Y arenales)	19.154,08	388,89	24,511,34	7.646.794,00

Fuente: VII Censo Nacional Agropecuario- Año 2007

La comuna de Arica posee el 50% de los suelos cultivables de la región, los principales cultivos corresponden a hortalizas, los frutales y las plantas forrajeras, los cuales se concentran principalmente en la comuna de Arica. De hecho el área productiva principal de la Región lo constituye el Valle de Azapa, ubicado en esta comuna. Pese al escaso volumen de producción, es necesario mencionar producciones como las de flores y semillas, las cuales poseen altos niveles de inversión tecnológica y productos de mayor valor agregado.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Tabla 2-93 Existencia de Ganado en las Explotaciones agropecuarias, por especie.

Especie	Comuna de Putre	Comuna de Arica	Región de Arica Parinacota	País
Bovinos	896	1.372	2.267	3.719.507
Ovinos	3.193	5.960	18.229	3.88.717
Porcinos	29	2.070	2.312	2.945.370
Equinos (caballares, mulares, asnales)	192	213	852	327.029
Caprinos	2.443	2.413	6.042	705.739
Camélidos (alpacas, llamas)	7.606	305	36.208	78.683
Jabalíes	0	0	42	6.158
Ciervos	0	0	0	8.655
Conejos	23	675	1.020	44.624
Total Cabezas	14.382	13.008	66.972	11.724.482

Fuente: VII Censo Nacional Agropecuario- Año 2007

Con respecto al ingreso en el año 2006 el IM de la comuna de Putre era de 336.528, mientras que el nacional era de 620.475.

En el año 2009 hubo un leve aumento en el ingreso de los hogares de la comuna de Putre, sin embargo sigue siendo inferior al de la comuna de Arica que supera los 500 mil pesos. Estas cifras nos hablan de una comuna que, para los efectos de ingreso promedio, es más pobre que la media nacional, pero el concepto de pobreza no es único y su aplicación en localidades con una marcada identificación étnica resulta complejo, pues dentro de estas comunidades operan redes sociales de apoyo, tanto de parentesco como de afinidad, que suelen colaborar tanto en la mantención como en la mejora de la calidad de vida de los habitantes.

Tabla 2-94 Ingreso promedio de los hogares a noviembre de cada año

Comuna	Ingreso autónomo		Subsidios monetarios		Ingreso monetario	
	2006	2009	2006	2009	2006	2009
Putre	361.672	361.660	22.139	33.607	383.812	390.970
Región	621.389	789.896	9.065	23.249	630.454	810.294
País	699.364	803.081	8.291	24.441	707.655	825.234

Fuente Encuesta CASEN, MIDEPLAN

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Tabla 2-95 Jefatura de hogar femenina

	Jefatura de hogar femenina	Promedio dependientes por hogar	Promedio ocupados por hogar
Putre	28,9	2,0	1,3
General Lagos	25,8	2,3	1,2
Arica	36,1	2,6	1,5
Camarones	33,1	1,6	1,3
Región	35,9	2,6	1,5

Fuente: Casen

Arica es la comuna regional con mayor número de jefas de hogar, con una cifra de 36,1%, más atrás está Putre con un 28,9%, porcentaje que sin embargo es significativa, si se considera la alta tasa de analfabetismo de las mujeres de la comuna, lo que deriva en malas condiciones laborales y por lo tanto en hogares pobres.

Tabla 2-96 Rama de Actividad Económica, Coronel Alcérreca

Número de personas ocupadas clasificadas según Rama de actividad económica		
Rama de actividad	Número de personas	Porcentaje de personas
Agricultura, ganadería, caza y actividades de tipo servicio conexas	2	4,65%
Construcción	1	2,33%
Comercio al por menor, excepto el comercio de vehículos automotores y motocicletas; reparación de efectos personales y enseres domésticos	1	2,33%
Administración pública y defensa, planes de seguridad social de afiliación obligatoria	35	81,40%
Enseñanza	2	4,65%
Actividades de servicios sociales y de salud	1	2,33%
Otras actividades de tipo servicio	1	2,33%
Total	43	100,00%

Fuente: Censo 2002

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Tabla 2-97 Población activa-inactiva, Coronel Alcérreca

Población económicamente activa e inactiva				
Situación Laboral	Sexo del Encuestado		Número de personas	Porcentaje de personas
	Hombre	Mujer		
Ocupados	39	2	41	15,30%
Desocupados	2	1	3	1,12%
Inactivos	219	5	224	83,58%
Total	260	8	268	100,00%

Fuente: Censo 2002

Para el caso de las ramas de actividad y de población económicamente activa e inactiva, se refleja claramente el efecto del regimiento que existió, ya que más del 80% de la población clasifica en actividades relacionadas con Administración pública y defensa, planes de seguridad social de afiliación obligatoria, por otro lado existen 219 inactivos que deben corresponder en su mayoría a los jóvenes que se encontraban haciendo el servicio militar en el momento del censo.

Dimensión bienestar social básico comunal

- Acceso a Servicios Básicos

El Índice de Saneamiento de las viviendas se refiere al acceso a agua potable, sistema de eliminación de excretas y a la electricidad. En la siguiente tabla podemos observar la mayor cantidad de viviendas de la comuna de Putre está en la categoría de Deficitarias. Mientras que el 31% en la categoría bueno, por lo general son casas ubicadas en la localidad de Putre, sin embargo las viviendas de los sectores rurales de la comuna cuentan con pozo negro como sistema de eliminación de excretas; además no todas tienen llaves de agua potable dentro de sus hogares y necesitan de la asistencia de la Municipalidad, que lleva agua por medio de camiones aljibes.

Respecto a la electricidad, de acuerdo al censo de 2002, el 61,9% de las viviendas poseen electricidad de alumbrado público, fundamentalmente son las casas ubicadas en la localidad de Putre.

Para la comuna de Arica la situación es diametralmente opuesta más del 90% se encuentra en situación buena, en general las regulares y malas, son viviendas ubicadas en los sectores rurales de la comuna.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	MANGANESO LOS PUMAS		

Tabla 2-98 Indicador de Saneamiento de las viviendas

	Años			
	2003		2006	
	Putre	Arica	Putre	Arica
Bueno	31,2	92,6	31,6	88,7
Aceptable	5,1	2,3	4	2,3
Regular	8,9	3,8	27,2	6,6
Menos que Regular	6,6	0,1	4,3	0,9
Deficitarias	48,2	1,2	32,9	1,6

Fuente: Encuesta Casen, MIDEPLAN

Definición de categorías

Disponibilidad de Agua

Buenas: Red pública c/llave en sitio o vivienda.
 Aceptable: Otra fuente c/ llave en sitio o vivienda
 Malas: Por acarreo

Sistema de Eliminación de Excretas

Buenas: WC conectado a alcantarillado.
 Aceptable: WC conectado a poza séptica.
 Malas: Letrina sanitaria, pozo negro o no dispone.

Disponibilidad de Energía Eléctrica

Buenas: dispone con medidor particular
 Aceptable: Dispone con medidor común
 Malas: No dispone o dispone sin medidor

Tabla 2-99 Distribución de los hogares según condición de hacinamiento. Años 2003 y 2006

	Año			
	2003		2006	
	Putre	Arica	Putre	Arica
Con Hacinamiento	2,5	0,9	3,5	2,7
Sin Hacinamiento	97,5	99,1	96,5	97,3

Fuente: Ministerio de Planificación (MIDEPLAN), encuesta CASEN

Indicador de hacinamiento: se define como el cociente entre el número de personas residentes en la vivienda y el número de dormitorios de la misma. Se considera dormitorio el total de piezas destinadas para dormir en una vivienda, ya sea de uso exclusivo o uso compartido.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Tabla 2-100 Indicador de materialidad de la Vivienda (%)

	Años			
	2003		2006	
	Putre	Arica	Putre	Arica
Buenas	15	65,8%	18,8	63,3
Aceptables	7,1	12,2	9,3	11,8
Recuperables	35,5	11,7	25,5	10
Deficitarias	42,4	10,3	46,4	14,9

Fuente: Ministerio de Planificación (MIDEPLAN), encuesta CASEN

Tabla 2-101 Índice de Necesidades Básicas

Putre	0,491	Carencia Crítica
General Lagos	0,521	Carencia Crítica
Arica	0,026	No carenciada
Camarones	0,507	Carencia Crítica

Fuente: Mideplan (se refiere a las condiciones materiales de la vivienda, acceso a servicios y educación, a mayor nivel de índice más carencia)

En la tabla anterior podemos observar las comunas rurales, debido a su aislamiento poseen un estado de carencias críticos, esto por la dificultad de acceso a educación, salud y otros servicios que la comuna no puede proveer adecuadamente, sólo Arica figura como no carenciada, la ausencia de servicios básicos en las comunas rurales ha contribuido fuertemente al despoblamiento de éstas. La gente debe emigrar en busca de oportunidades laborales y educación para sus hijos, y la única posibilidad regional la constituye la comuna de Arica.

La comuna de Putre como podemos observar en la tabla, cuenta con dos postas rurales, una ubicada en la localidad de Belén y la otra en Ticnamar, en la comuna de Putre, encontramos un Centro de Salud Familiar, por lo tanto en caso de enfermedades graves o urgencias los habitantes de Putre deben trasladarse hasta el Hospital Regional de Arica.

Tabla 2-102 Cantidad de establecimientos de salud, por tipo. Año 2008

Comuna	Hospitales	Centros Ambulatorios	Salud	Postas salud rural
Putre	-	1		2
Arica	1		9	4
Región de Arica Parinacota	1	14		8

Fuente: Ministerio de Salud

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	MANGANESO LOS PUMAS		

Tabla 2-103 Población según sistema previsional

Comuna	Sistema Público		Isapre		Particular y Otro	
	2003	2006	2003	2006	2003	2006
Putre	91,7	93,1	1,5	1,6	6,8	6,8
Arica	70,7	82,4	14,2	9,9	15,1	7,7

Fuente: Ministerio de Salud

En cuanto al Sistema Previsional, la mayoría de los habitantes de Putre están inscritos en Fonasa, de hecho la cifra aumentó si comparamos los años 2003 y 2006. Si bien en un porcentaje menor que en Putre en Arica también priman los inscritos en el sistema público de hecho al comparar los años 2003 y 2006, podemos ver que el incremento fue de más de 10 puntos.

Tabla 2-104 Población según Clasificación de Vivienda, Coronel Alcérreca

Clasificación de la vivienda		
Tipo de vivienda	N° total de viviendas	Porcentaje de viviendas
Casa	25	92,59%
Rancho, choza	1	3,70%
Vivienda colectiva	1	3,70%
Total	27	100,00%

Fuente: Censo 2002

Tabla 2-105 Total de Hogares, Coronel Alcérreca

Número total de Hogares	
Categorías	Número de hogares
Total	10

Fuente: Censo 2002

La localidad cuenta con diez hogares, lo que permite corroborar que la población que habita permanentemente la zona es bastante reducida, con el cierre del regimiento la cifra de habitantes debe haber vuelto al número habitual que según cifras del censo 1992, era de 10 personas.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Tabla 2-106 Conexión a alcantarillado, Coronel Alcérreca

Disponibilidad de Servicio Higiénico en las viviendas		
Tipo de servicio higiénico	N° viviendas	Porcentaje de viviendas
Conectado a alcantarillado	3	30,0%
Cajón sobre pozo negro	6	60,0%
No tiene	1	10,0%
Total	10	100,0%
NSA : 17		

Fuente: Censo 2002

La mayoría de los hogares no cuenta con alcantarillado, principalmente tienen cajón sobre pozo negro.

Tabla 2-107 Tipo de Alumbrado, Coronel Alcérreca

Origen del Alumbrado Público en las viviendas		
Tipo de alumbrado público	N° viviendas	Porcentaje de viviendas
Red pública (Cía. Electricidad)	1	10,0%
Generador propio o comunitario	3	30,0%
Placa solar	5	50,0%
No tiene	1	10,0%
Total	10	100,0%

Fuente: Censo 2002

En cuanto a la energía eléctrica, ésta se provee principalmente mediante generadores y placas solares.

- Establecimientos educacionales

En cuanto a la infraestructura educacional, Putre posee sólo un liceo, que se ubica precisamente en la localidad de Putre, el resto de los establecimientos corresponden a enseñanza básica y se ubican en las localidades más pobladas de la comuna, no todas las localidades cuentan con establecimientos por lo que los niños deben trasladarse hacia la localidad más próxima que cuente con educación, muchas familias optan por trasladar a sus hijos hasta Arica para que tengan más posibilidades educacionales, algunas los envían a albergues estudiantiles y otras donde parientes o deciden trasladarse con la familias. Todos los establecimientos de Putre son municipalizados. En el caso de Arica, existe una variada oferta educacional, ya sea del sistema público, privado o subvencionado, entregando educación a más de 40 mil estudiantes.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Tabla 2-108 Establecimientos Educativos Putre

Escuela	Localidad
Los Álamos G-42	Murmuntani
El Marqués E-43	Ticnamar
Payachatas G-38	Caquena
San Francisco de Asís G-39	Socoroma
San Santiago de Belén G-44	Belén
Cota Cotani G-41	Parinacota
Liceo Granaderos C-3	Putre

Fuente: Ministerio de Educación

Tabla 2-109- Número de establecimientos por dependencia

	2002		2007	
	Putre	Arica	Putre	Arica
Corporación Municipal	-	0	-	0
Municipal DAEM	7	39	7	40
Particular Subvencionado	-	37	-	52
Particular Pagado	-	11	-	5
Corporación Privada	-	0	-	0
Total	7	87	7	97

Fuente: Ministerio de Educación

Tabla 2-110 Matrícula por sexo

	2002		2007	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
Putre	277	135	129	127
Arica	25.151	24.149	23.485	22.598

Fuente: Ministerio de Educación

2.6.1.5 Conclusiones

La comuna de Putre, está compuesta por 17 localidades, la localidad de Putre es la más poblada, sin embargo existe una gran diferencia entre los datos que arroja el censo 2002, que señala una población de 1.242 habitantes, y los entregado por un catastro realizado por el programa orígenes que señala que sólo habitan 450 personas, la explicación a esta diferencia estaría dada por dos situaciones, una por el regimiento Huamachuco que se encuentra en la comuna y cuenta con una dotación cercana a las 500 personas, la otra porque la comuna presenta la misma tendencia al despoblamiento de la mayoría de las comunas rurales de la zona norte, principalmente por motivos laborales, de educación para los hijos/as, sin embargo la gente sigue manteniendo los lazos con la comunidad, y sus casas, por lo que cuando se realiza el censo, vuelven a sus localidades para ser censados en ellas.

Putre Limita geográficamente al norte con la comuna de General Lagos, al sur con la comuna de Colchane de la región de Tarapacá, al oeste con la comuna de Arica y Camarones, y al Este con la

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

república de Bolivia, por lo que es frecuente encontrar personas de este país desempeñándose en labores agrícolas o ganaderas.

Como señalamos se caracteriza por un alto nivel de concentración en la localidad y capital comunal Putre, que concentra el 62,5% de la población, el resto de la población se reparte en localidades y asentamientos pequeños.

La comuna se encuentra inserta en el ADI (Área de Desarrollo Indígena) Alto Andino Arica Parinacota, la mayoría de sus habitantes pertenece a la etnia Aymará, por lo que mantienen sus costumbres religiosas, fiestas tradicionales ligadas al cultivo de la tierra y el pastoreo de auquénidos, poblados típicos, su música y bailes, sistemas de cultivo y la cosmovisión que considera el culto a la pachamama (madre tierra) y que se unió desde la época de la colonización con los cultos católicos, este sincretismo les permitió conservar sus valores religiosos y culturales.

Por su parte la comuna de Arica, es la capital regional en ella se concentra prácticamente toda la población comunal, ya que cuenta con todos los servicios necesarios para el desarrollo, la estructura de la población, tiene que ver con su condición de bi-fronteriza, con Perú y Bolivia, lo que genera que gran parte de la población extranjera provenga de estos países, existe un gran porcentaje de peruanos/as y bolivianos/as trabajando en la informalidad, las mujeres principalmente abocadas a labores de servicio doméstico y los hombres a la agricultura y construcción. La comuna, ha vivido una constante crisis económica desde que dejó de ser Puerto libre, ya que por un lado, limita con la Región de Tarapacá, en la que encontramos la Zona Franca de Iquique, y por otro con Perú, específicamente con Tacna, la que también cuenta con zona Franca, lo que ha deprimido el comercio y las actividades productiva, en ese sentido este y otro proyectos que fomenten la minería u otro tipo de actividades pueden ser un incentivo para el desarrollo de la Región.

La localidad de Coronel Alcérrecra, es una pequeña comunidad perteneciente a la comuna de General Lagos, si bien se ubica a 7 km del área del proyecto, no habrá intervención sobre este poblado. Cuando se realizó en censo 2002, existía un regimiento, lo que generó una distorsión, con respecto a las cifras reales de habitantes, que en la actualidad según los cálculos que se han realizado no debe sobrepasar las 20 personas.

2.6.2 Medio Construido

2.6.2.1 Introducción

De acuerdo a lo estipulado en el Reglamento del SEIA, artículo 12 letra f), se describe a continuación el medio construido, que contempla el equipamiento comunitario, los servicios públicos de saneamiento y seguridad, infraestructura vial, de transporte, recreativa y deportiva y otros elementos construidos de importancia en el área de estudio.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

2.6.2.2 Metodología

Se considera la recopilación de antecedentes públicos y privados que se encuentren disponibles al momento de la realización de esta Línea de Base. Entre los organismos e instituciones a considerar se tiene:

- ✓ Censo Nacional de Población y Vivienda. Base de Datos REDATAM. Instituto Nacional de Estadísticas, 2002.
- ✓ Información disponible en MIDEPLAN, MOP, CNE, SEC,
- ✓ Información disponible en reparticiones públicas regionales (MINVU, SERNATUR, MINSAL, MINEDUC, CONAMA, CONACE, FOSIS, SERVIU, SISS y otras)
- ✓ Información disponible en las Municipalidades de Arica y Putre.

La información resultante se recopilará, analizará y sistematizará con el objeto de realizar un diagnóstico del estado actual de cada uno de las dimensiones del componente medio humano, definiendo para ello los siguientes aspectos en cada caso:

- *Equipamiento Comunitario Básicos*, en los que se incluye establecimientos educacionales y de salud,
- *Equipamiento Comunitario de servicio*, en los que se incluye equipamiento de agua potable, alcantarillado, electricidad, equipamiento para el manejo y disposición de residuos sólidos y servicios de seguridad.
- *Equipamiento Comunitario recreacionales y/o culturales*, en los que menciona parques, espacios verdes, centros culturales, museos entre otros.
- *Infraestructura*, en las que se tiene la infraestructura vial, de transporte, comunicación, patrimonio y turismo.

2.6.2.3 Definición del Área de Influencia

Para la caracterización de la componente Medio Construido se ha definido como área de influencia directa (AID), el entorno geográfico de la comuna de Putre, comuna en la que se desarrollará el proyecto.

Por otro lado la comuna de Arica ha sido considerada área de influencia indirecta (AII), ya que desde el Puerto de Arica (TPA) se cargarán los barcos con el mineral.

2.6.2.4 Resultados y Análisis

2.6.2.4.1 Comuna de Arica y Putre

Equipamientos Comunitarios: Básico

1. Establecimientos educacionales

En la comuna de Putre, según datos entregados por el Ministerio de Educación para el año 2009,

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

existen 7 establecimientos educacionales, ubicados en diferentes localidades de la comuna, 6 de ellos cuentan sólo con educación básica, el único liceo existe se localiza en el poblado de Putre

Tabla 2-111 Establecimientos educacionales

Escuela	Localidad
Los Álamos G-42	Murmuntani
El Marqués E-43	Ticnamar
Payachatas G-38	Caquena
San Francisco de Asís G-39	Socoroma
San Santiago de Belén G-44	Belén
Cota Cotani G-41	Parinacota
Liceo Granaderos C-3	Putre

Fuente: Ministerio de Educación

La comuna de Arica cuenta con 120 establecimientos educacionales, entre los que se cuentan enseñanza pre-básica, básica, media, escuelas de lenguaje, liceos científico humanistas y politécnicos entre otras ofertas, además de establecimientos municipalizados, subvencionados y particulares.

2. Educación Superior

Los establecimientos educacionales de educación superior se ubican en la comuna de Arica, la que cuenta con una Universidad Regional, la de Tarapacá y cinco sedes de universidades chilenas: U. Arturo Prat, U. de Los Lagos, U. Santo Tomás, U. del Mar y U. Tecnológica de Chile, INACAP.

3. Establecimientos de Salud

La comuna de Putre cuenta con un Consultorio del Servicio de Salud en la localidad de Putre, y con dos Postas de Salud Rural ubicadas en las localidades de Belén y Ticnamar. El único Hospital regional se encuentra en la comuna de Arica, el Hospital Dr. Juan Noe, se encuentra a 145 Km de Putre. En Arica también encontramos la clínica privada San José.

El Consultorio de Putre cuenta con un médico, un odontólogo, una enfermera, un kinesiólogo, un matró, una asistente social, una tecnóloga médica, una secretaria, tres conductores, y seis paramédicos, más uno de reemplazo. En Arica además del Hospital Regional, existe 9 centros de salud ambulatorios, y 4 postas rurales.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Fotografía 2-84. Consultorio general rural Putre



Fotografía 2-85. Hospital Regional de Arica, Dr. Juan Noe



✓ Viviendas

El mayor porcentaje de viviendas se concentra en la comuna de Arica, la que posee un total de 50.204 viviendas lo que constituye el 95,8% del total regional, en Putre existen según la información de INE 1.094 viviendas, representando el 2,1% del total regional. A diferencia de lo que ocurre en otras comunas del país, el tipo de vivienda que predomina en la comuna de Arica, es el de casa, equivalente a un 82,62%, seguido por vivienda departamento en edificio, que representa el 8,9%.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Con un porcentaje no menor encontramos el tipo de vivienda mediagua que equivale al 4,6%. En la comuna de Putre encontramos también mayoritariamente casas.

✓ **Saneamiento**

En relación al acceso de agua potable según se detalla en el PLADECO de Putre la mayor parte de las localidades de la comuna se surte de vertientes cercanas, que cuentan con condiciones tolerables al consumo humano, en el caso de la localidad de Putre, ésta cuenta con un mejor sistema de potabilización del agua.

Sólo la localidad de Putre cuenta con alcantarillado, en el resto de las localidades las aguas servidas se eliminan a través de pozos negros, o letrinas.

En lo que se refiere a acceso a la energía eléctrica un 30% de la población de Putre no cuenta con energía eléctrica, principalmente habitantes de pequeñas localidades de la comuna. En el caso de Arica la situación es bastante diferente, menos del 3% de la población comunal no cuenta con sistema de acceso a la energía, particularmente la situación se presenta en habitantes de sectores rurales de la comuna.

La comuna cuenta con una central hidroeléctrica, cercana a la localidad de Chapiquiña, la que posee una potencia de 13.000 kilowatts, su principal fuente de consumo es la ciudad de Arica. Los poblados que no poseen red eléctrica, utilizan paneles solares.

- **Seguridad Ciudadana**

Desde el punto de vista de la dotación de infraestructura asociada a seguridad ciudadana, la principal institución que cumple esta función en la comuna de Putre es Carabineros de Chile, que cuenta con una comisaría en la localidad de Putre y cinco retenes distribuidos en las localidades de Chapiquiña, Chucuyo, Guallatire, Chilcaza y Caquena; y una tenencia en la localidad de Chungará donde también existe la presencia de Policía de Investigaciones en el Complejo Fronterizo Chungará, y la avanzada Antinarcóticos Chacalluta .

En la Comuna de Arica encontramos la XIV Zona de carabineros de Arica-Parinacota, además existe una prefectura y dos comisarías, encontramos también la XV Policía de Investigaciones de Chile, que cuenta con una Brigada de Investigación Criminal, una Brigada Investigadora de Robos, Brigada de Homicidios, Brigada Investigadora de Delitos Sexuales, Brigada Antinarcóticos, Brigada Investigadora de Delitos Económicos, Brigada Investigadora de Delitos Contra el Medio Ambiente y Patrimonio Cultural y el Departamento de Extranjería y Policía Internacional Arica.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Fotografía 2-86. Comisaría de Putre



Fotografía 2-87. Prefectura de Carabineros de Arica



- **Servicios Públicos**

Desde que se creó la nueva región de Arica Parinacota, muchos Servicios Públicos han abierto oficinas Provinciales en la comuna de Putre, el PLADECO, destaca los siguientes:

- Gobernación Provincial de Parinacota
- Registro Civil
- Dirección de Vialidad
- Corporación Nacional Forestal
- Correos de Chile
- Servicio Agrícola y Ganadero
- Aduana
- Investigaciones de Chile
- Carabineros de Chile
- Dirección de Riego
- Dirección de Aguas
- Banco Estado
- Regimiento Reforzado N° 24 Huamachuco
- Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI)
- Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP)
- Fundación PRODEMU
- Ministerio de Educación

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Fotografía 2-88. Oficinas CONADI, Putre



Fotografía 2-89. Sede Banco Estado, Putre



La comuna de Arica, como capital Regional, cuenta con todas las Secretarías regionales Ministeriales y Direcciones regionales de los Servicios Públicos.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

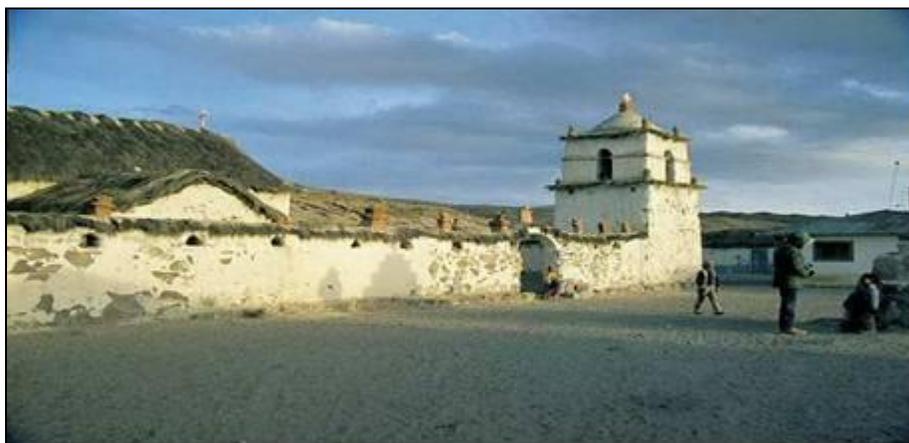
4. Cuerpo de Bomberos

La compañía de Bomberos de la región se ubica en la comuna de Arica y corresponde a la Compañía de Bomberos de Arica, que cuenta con la primera, tercera, cuarta y quinta compañía de bomberos. En el caso de la comuna de Putre, en agosto del año pasado, la municipalidad incorporó a la comuna, un instructor y experto en formación de cuerpos de bomberos, con la finalidad de contar a más tardar en un año con el Primer Cuerpo de Bomberos de Putre.

5. Atractivos Turísticos Comunales

La comuna de Putre es visitada durante todo el año tanto por turistas nacionales como extranjero, que desean visitar sus bellezas naturales, pero además sus localidades cuentan con un patrimonio cultural importante que data de la época de la colonia e incluso anteriores a ésta, a continuación detallamos los sitios más visitado por los turistas:

Fotografía 2-90. Iglesia de Parinacota



Belén

Localidad ubicada a 3.240 metros de altitud, a 133 Km. de Arica y a 77 Km. de Putre. Fue el único poblado del altiplano fundado por los españoles, en el año 1625. Se construyó según el modelo colonial, por lo que sus calles están perfectamente ordenadas en su tramo. Uno de sus atractivos lo constituye la iglesia construida en la misma época.

Pucará de Warwarani

Se ubica a 5 Km. al sureste de Belén y es parte de las ruinas arqueológicas del Camino del Inca. Está en la ladera norte de cerro que se levanta en la rinconada de Warwarani, delimitada por la quebrada de Laguane y la quebrada Belén

Localidad de Socoroma

Se ubica a 3.060 metros de altura, en la quebrada de Socormoa, a 125 Km. de Arica y a 30 Km. de Putre. Cuenta con 132 habitantes y se caracteriza por la tendencia colonial de sus construcciones

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

ya que, como pueblo precolombino, fue ocupado por los españoles quienes lo utilizaron como paso entre Arica y Potosí, uno de sus atractivos lo constituye la Iglesia de San Francisco de Socoroma, construida el año 1560.

Iglesia de Pachama

Construcción original probablemente del siglo XVII. Compuesta de una nave y dos capillas laterales con muros de adobe en su momento su techumbre estuvo compuesta de paja brava sobre esterilla y cerchas de Queñua. Destaca en sus muros longitudinales frescos y pinturas de fuertes colores (alegorías de San Jorge, San Cristóbal del siglo XVIII) . Su portada es de piedra. Se ubica en el pueblo de Pachama distante a 136 kms. de Arica y 60 kms. de Putre.

Termas de Chitune

Corresponde a una fuente hipotermal calificable como agua medicinal mineral por su alto contenido en arsénico, a pesar que supera el límite de este elemento para agua de riego, presenta una mejor aptitud para éste que otros fines. La temperatura del agua es 29,5º C y el promedio de temperatura ambiente anual es de 9,4º C, con ph in Situ de 8,6, el clima de la zona en la cual se encuentra es desértico marginal de altura.

Iglesia de Ticnamar

Construcción original probablemente del siglo XVII ó XVIII, ha sido restaurada. Consta de una nave y dos capillas, muros de adobe en su momento su techumbre estuvo cubiertas de paja brava sobre estera y caña, con tijerales de madera labrada, salvo en las capillas, donde se conservan las vigas primitivas de coirón y costaneras de queñoa. Su portada de piedra está adosada al muro testero con dos columnas salomónicas, dados, cornisa, etc. Su torre de adobe está separada de la iglesia, con 3 campanas de bronce.

Alero de Las Cuevas

Del sitio sólo se conserva el alero, puesto que el depósito arqueológico fue removido de la cueva para habilitar una caballeriza. No obstante, el lugar puede ser marcado como uno de los paraderos más antiguos de cazadores de la zona.

Se ubica a pocos metros de la carretera internacional Arica-Tambo Quemado y al norte del refugio Las Cuevas de CONAF. Al acceder desde el refugio se debe caminar por unos 10 a 15 minutos, por una superficie arenosa cubierta de paja brava y otros arbustos. Extensión altiplánica que presenta una gran variedad de especies vegetales y animales destacando en este último grupo un gran número de vicuñas, de fácil visualización desde la carretera Ch-11 Arica – Tambo Quemado.

Localidad de Chucuyo

Antiguo poblado de origen precolombino cuya importancia histórica radica en ser un punto importante en el intenso tráfico caravanero del siglo XVI y XVII entre el mineral aurífero de Potosí hacia el puerto de Arica. Existen tres restaurantes y un centro de tejidos en lana de alpaca. Se ubica a 4.300 m.s.n.m. y distante a 179 Km de Arica y 37 Km de la capital comunal.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Pueblo de Parinacota

Antiguo mineral de plata, que cumplió un papel importante en la historia de la minería de la zona. Hoy fuera de funcionamiento, representa un testimonio vivo de la actividad productiva de la zona. Ubicado a 3.100 m.s.n.m. y distante a 167 Km de Arica y 92 Km de la capital comunal. Existen dos refugios de la administración de CONAF, quienes cuentan con dos casas con equipamiento básico. Parinacota. En este poblado se encuentra la administración del parque, centro de información ambiental, partiendo del pueblo existen senderos interpretativos, área de picnic, alojamiento de visitantes (5 camas), informaciones.

Cuenta con una La iglesia de Parinacota que se ubica en el medio del pueblo, está rodeada por un muro de piedra estucado con barro. La iglesia original del siglo XVII fue reconstruida en piedra en 1789 y blanqueada a la cal, con techos de barro y paja brava. Su portal es de piedra tallada.

Los muros interiores de frescos colores saturados del siglo XVII y santos coloniales en regular estado.

Poblado de Caquena

Ubicada a 4.600 m.s.n.m. distante 207 kms de Arica y 55 kms de la capital comunal. Ubicada a orillas del río Caquena al Norte de Parinacota, de origen precolombino, cercano a la frontera con Bolivia y bajo la custodia tutelar de los Payachatas.

El cultivo de truchas se realiza en piscinas implementadas y supervisadas por la comunidad Aymará del pueblo de Caquena. La producción de truchas es de la variedad Arco Iris o Trucha Salmonada cultivadas en lugares libres de contaminación del sector altiplánico de la provincia.

Iglesia de Caquena: Construcción original siglo XVI, fue restaurada en 1891, es una de las más antiguas de la provincia de Parinacota. Se ubica frente a una amplia plaza abierta y enmarcada en sus dos lados por 2 posas ceremoniales. El edificio es de una nave, de adobe, su retablo es de piedra pintada, su atrio es cerrado por un muro con troneras y con torre incorporada a éste. En su fachada destaca un misal en sacristía del año 1765.

Poblado de Misitune

Caserío de casas de piedra y adobe junto a la margen oeste del bofedal que se desplaza de norte a sur. Las casas se ubican junto a una serie de bloques de ceniza solidificada. Se trata de una estancia de pastores (familia Quispe) que comparten, sin mucho entusiasmo el bofedal con varias decenas de vicuñas. Se recuperaron; 1 punta de proyectil de basalto, 1 fragmento de cerámica roja anaranjada y una moneda de Bolivia de 1936.

Trapiche colonial de Guallatire

Instalaciones de un ingenio de época colonial para el procesamiento y fundición de minerales de plata. Compuesto por el molino (para moler el mineral a través de muelas de piedra movida en forma hidráulica), restos del canal, canchas para el acopio de minerales, hornos de fundición, dependencias de uso doméstico, etc... Gran parte de los edificios se encuentran en ruinas, aunque bien estabilizados. Se ubica a 89 kms al Norte de Guallatire a 4.300 m.s.n.m.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Poblado de Viluvio

Caserío de pastores aymarás cercano al río Ancuta, junto al cual se encuentra un largo bofedal con diferentes especies destacando entre su fauna Vicuñas y Suris. Ubicado al sur del poblado de Guallatire, el cual está distante 41 kms de Putre.

Caserío de Ancuta

Antiguo caserío de pastores aymaras con seis construcciones, un gran corral y una pequeña iglesia que dan al conjunto la típica estructura de caserío altiplánico.

Poblado de Guallatire

Antiguo poblado de origen precolombino de unas 50 viviendas construidas en adobe piedra y paja brava, ordenadas en estrechas callejuelas y pintadas con cal blanca. Ubicado a 3.100 m.s.n.m. y distante a 167 kms de Arica y 92 kms de la capital comunal.

En el poblado encontramos la iglesia de Guallatire, de construcción original siglo XVII, está orientada hacia el volcán Guallatire su construcción es de piedra y barro con atrio y esbelta torre exenta incorporada al muro exterior. Ha sido restaurada varias veces la última en 1940, existen cuatro estaciones ceremoniales en los cerros cercanos.

Iglesia de Japu

Situada algo más arriba de la cota del caserío. Su construcción originaria del siglo XVIII, de piedra y barro, con piso de piedra laja, el muro que encierra el pequeño atrio es de piedra y barro.

Cosapilla

Se ubica a 34 km. al sur de Visviri y es el último pueblo del bofedal de Caquena. La Iglesia que se ubica en el lugar, se levantó en honor a la Virgen del Rosario y es originaria del siglo XII. Cuenta con una iglesia levantada en el siglo XII y se ubica en el mismo caserío, a diferencia de otros templos de la época. El edificio es de piedra y barro, posee un retablo de piedra.

Chapiquiña

Se ubica a 16 km. de Putre y es un pueblo dedicado al desarrollo agrícola de la alfalfa y queñoa, una especie de árboles que crece en altura. Es el punto de entrada al altiplano.

Pachama

Es un pequeño poblado que se encuentra a 69 km. de Putre y 242 de Arica. Se ubica en la quebrada de San Andrés, uno de los mejores conservados del sector precordillerano. Se ubica la Iglesia de Pachama construida en el siglo XVII que posee una nave y dos capillas laterales.

Ticnamar viejo

Se ubica a 97 km. de Putre y su principal actividad económica es el cultivo de alfalfa y orégano. Fue un pueblo abandonado en el siglo XVII y arrastrado por el río Ticnamar. Posteriormente fue reconstruido. En el pueblo se levanta la Iglesia de Ticnamar que data del siglo XVII.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

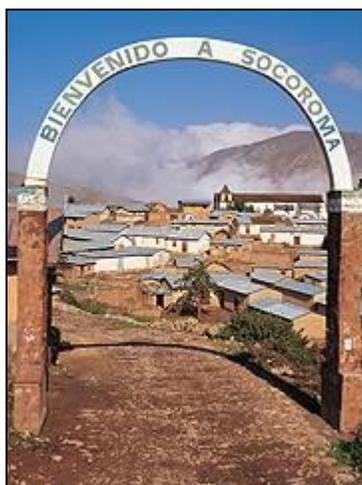
Saxamar

Se ubica a 86 km. De Putre y es un pequeño caserío dedicado al cultivo de orégano y alfalfa. Cuenta con una pequeña iglesia ubicada en la ribera del río Saxamar que posee figuras de madera tallada. En los alrededores se encuentran las ruinas del Pucará de Saxamar que data del siglo XII y

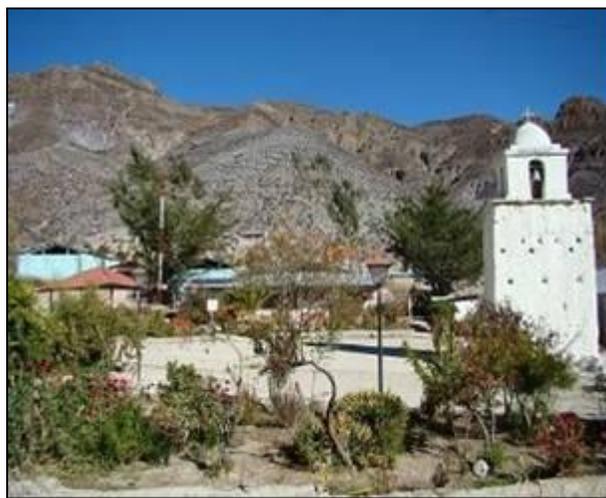
Chucuyo

Es un pequeño poblado que se ubica a 27 km. de Putre, a los 4.200 m.s.n.m. Posee gran belleza en su paisaje y se recomienda visitarlo para observar la flora y fauna altiplánica.

Fotografía 2-91. Poblado de Socoroma



Fotografía 2-92. Poblado de Belén



	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

La comuna de Arica también posee una importante cantidad de edificaciones construidas en la época colonial, las más visitadas son las siguientes:

Fotografía 2-93. Catedral San Marcos



Centro de Arica

Formado principalmente por antiguas casas peruanas, y cuyo paseo principal, lo constituye el 21 de Mayo, por el que sólo pueden transitar peatones y en el que se encuentran las principales casas comerciales. En calles aledañas a éste se pueden encontrar varias ferias en las que se comercializan diversos tipos de artículos.

Plaza Colón

El origen de la plaza se remonta a la fundación de la ciudad San marcos. de Arica, en la actualidad se ha remodelado, contando con piletas áreas verdes. En torno a ella, como en todas las ciudades del país con influencia española, se desarrollaron las actividades de la vida social Arica antiguo.

Catedral San Marcos

Catedral de San Marcos, declarada Monumento nacional, fue construida entre 1871 Y 1875 en los talleres de Gustavo Eiffel en París, por iniciativa del presidente del Perú don José Balta, para el balneario de Ancón. Fue armada en Arica en reemplazo de la matriz destruida por el terremoto de 1868. Inspirada en el estilo gótico, en una época en donde Europa utilizaba nuevos materiales como el fierro fundido.

Casa de Gobernación

También construida por ingeniero Gustavo Eiffel, ubicada frente a la plaza Colón.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Gobernación Marítima

La construcción estuvo a cargo de la Empresa Franky & Julián, siendo entregado para su uso en 1926. El edificio de la Gobernación Marítima es recocado como parte del patrimonio arquitectónico de la ciudad, constituyendo el más espectacular sector de la ciudad, entre el Glorioso Morro y el océano Pacífico. Destaca del edificio "la cúpula" donde antaño una antigua campana indicaba el arribo de los navíos al puerto y servía como alarma de incendios de la ciudad.

Morro de Arica

Peñón que geográficamente forman parte del cordón de cerros de la Cordillera de la Costa, está situado frente al mar y mide 110 m. de altura, ofreciendo una visión panorámica del mar, del puerto y de la ciudad. En su cima se encuentra un museo y monumentos que recuerdan la Guerra del Pacífico y la Batalla y Toma del Morro de Arica por las tropas chilenas el 7 de Junio de 1880.

Casino de Arica

Cuenta con dos salas de juegos: una, equipada con 60 maquinas tragamonedas de 4 valores; y otra con mesas de ruleta, 21 real, punto y banca y juego de dados. También hay una Boite, que funciona como tal y como Discotheque.

Península del Alacrán

Antiguamente separada por un canal de 460 m. de ancho, fue isla guanera hasta 1967, en ella se han encontrado restos de anzuelos y arpones de sus primeros habitantes, Posteriormente fue fortificada por los españoles, artillada para repeler continuos ataques de corsarios y piratas como Drake, Sharp y Watling, atraídos por los embarques de oro y plata que salían de este puerto hacia España, provenientes de Potosí. Después de 1964 fue unida a Arica. En la actualidad cobija el Club de Yates de Arica, en esta se encuentra la nombrada ola del gringo en donde se realizan los campeonatos mundiales de surf.

El Wateree (MN)

En el mismo lugar que el último maremoto de 1877 dejó a la embarcación de bandera Norteamericana.

Wateree, permanecen sus calderas Sólo fierros oxidados recuerdan a la imponente figura de este barco de la Armada de EU., que había sido proyectado para la navegación fluvial, con propulsión a rueda y dos timones. El maremoto de 1868 arrastró 3 kms. Adentro, donde posteriormente sirvió de hospital de emergencia.

Museo del Mar

Destaca su gran variedad de caracolas de Chile y del resto del mundo.

Museo Colón 10

Museo en situ en donde alberga una superficie de 48 cuerpos de mujeres, hombres e infantes, que forman un enterratorio múltiple de momias de Chinchorro.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Cristo de la Concordia

Tiene una estructura interna de acero y un armado de placa de bronce, cuyo peso total es de 15 toneladas. Mide 11 metros de altura y 9,20 mts. de Ancho. Llegó a Chile desde España en 1987, en piezas, siendo armado en Chile y permaneció boca abajo desde esa fecha en el Regimiento Ingenieros

Fuerte Azapa

En la ciudad de Arica. Su diseñador fue don Raúl Valdivieso, cuyo diseño original era una figura de bronce de 30 cm. el tamaño actual lo esculpió Don Zemlika Valdivieso, español.

La estructura donde está colocado, tiene una forma tronco piramidal de hormigón armado 1,60 mts. de espesor, la estructura se fija a esta base mediante 32 pernos de acero. Recibe el empuje del viento equivalente a 100 toneladas, por la altura de la cima en el morro de Arica.

Paseo Bolognesi

Ubicado en la calle del mismo nombre, este paseo se caracteriza porque artesanos ofrecen una amplia gama de productos que van desde trabajos en cuero hasta delicadas joyas hechas en piedras semipreciosas

Fotografía 2-94. Casino de Arica



	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Fotografía 2-95. Aduana de Arica



- Residuos Sólidos

La recolección, transporte y disposición final de la basura de Arica, está a cargo de la I. Municipalidad de Arica con rondas de recolección que varía entre dos y tres veces por semana. La disposición final de los residuos sólidos domiciliarios, se concentra en el vertedero de la ciudad.

En el caso de la comuna de Putre, también es el Municipio el que se encarga de la recolección, transporte y disposición final de la basura domiciliaria.

Además el Municipio ha impulsado una campaña para convertir a la localidad en una Comuna Ecológica, este proyecto consideró la instalación de 16 contenedores para reciclaje, divididos en tres localidades, más 12 composteras para generar compost entregadas al Liceo de Putre, de las cuales 18 de ellas se designaron a la comunidad, 2 en Zapahuira y 8 en Belén, además de 2 invernaderos.

En Putre, están habilitados dos “Puntos Verdes”, uno de ellos ubicado en el costado norte de la plaza de la comuna y el segundo en la intersección de Baquedano con Condell. En tanto, en la localidad de Belén el “Punto Verde” se ubica en la plaza del pueblo, mientras que en Zapahuira en cuatro de los 5 restaurantes establecidos en la zona, pero sólo para reciclar plásticos.

En cada área definida se dispondrán 4 contenedores; uno para el plástico, otro para el papel, un tercero para el metal y el último para los restos orgánicos, cada uno identificado con un color diferente. Por otro lado está en proyecto para ser evaluado por el CORE (Consejo Regional) un relleno sanitario que reemplace el actual vertedero.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

✓ **Red Vial y Conectividad**

La comunicación entre Putre y Arica es a través de locomoción colectiva colectiva y vehículos particulares. Algunas localidades de Putre sólo tienen conexión colectiva, algunos días de la semana, como es el caso de Ticnamar.

La principal vía de comunicación en la comuna de Putre es la Ruta Internacional CH-11, que une a la ciudad de Arica y con Zapahuira, Socoroma, Putre y Parinacota, a través de la cual circulan principalmente camiones cargueros bolivianos, automóviles dedicados al turismo en la zona y particulares.

Así también existen otras vías menos transitadas y de menor calidad vial como la ruta A-23 que une a Putre con Coronel Alcerreca y Colpitas, localidades pertenecientes a la comuna de General Lagos. También la ruta A-201 hacia el sur desde la ruta CH-11, que une esta vía con la localidad de Zapahuira por el oriente y la ruta A-35 que llega desde esta vía hasta la localidad de Belén, ubicada al sur de la comuna. Así mismo, la ruta A-235, nace a partir de esta ruta hacia las localidades del sur-oriente de la comuna como son Misituri, Callatambo y Guallatiri.

Uno de los transportes públicos más utilizados es el Bus la Paloma, de frecuencia diaria saliendo desde Arica a través de la Ruta Internacional CH-11.

El estado de la red vial de la Región es regular según los datos del MOP (Ministerio de Obras Públicas), sólo el 21% de los caminos se encuentra pavimentado, un 16% cuenta con soluciones básicas y más del 60% de los caminos son de ripio y tierra.

Tabla 2-112 Red Vial. Año 2008

Red Vial 2008	Pavimentada Km	Soluciones Básicas Km	Ripio + Tierra Km
Longitud de caminos	431,3	336,1	1.249,5
Porcentaje de la red regional	21,4%	16,7%	62%

Fuente: MOP, Vialidad

✓ **Terminal Aéreo**

La Región cuenta con un aeropuerto, el de Chacalluta, ubicado a 18,5 Kms. al norte de la comuna de Arica. Las líneas que operan son Lan Chile, Sky Airline y PAL. El año 2008 el tráfico de pasajeros nacionales, fue de 297.851, mientras que el internacional de 5.581, lo que representa el 2,1% de la cifra nacional.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

1. Medios de Comunicación

La mayoría de los medios de prensa se concentran en la comuna de Arica, en Putre encontramos una radio municipal, la Parinacota. Mientras que en Arica encontramos más de una decena: Puerta Norte, Cappissima, Primavera, Neura Arica, Montecarlo Arica, Andina, FM Más, Coral, Digital Arica, Sensacional y radio Stación.

En lo que a prensa escrita se refiere incluyendo los medios digitales, nos encontramos, con el diario La Estrella de Arica, que también tiene su versión digital, el informativo digital El Morrocotudo, también de prensa digital el Diario el Morro y Arica Hoy.

- **Infraestructura Turística**

La comuna de Putre tiene una importante vocación turística, por lo que cuenta con instalaciones que le permiten recibir tanto a turistas nacionales como extranjeros. A continuación se detalla la infraestructura:

1. Alojamiento Tía Emilia
2. Hotel Kukuli
3. Hote Qhantati
4. Hotelera UKG
5. Hostal Jursi
6. Hostal Cali
7. Lodge La Chakana
8. Terrace Lodge& café
9. Residencial La Paloma
10. Cabañas
11. Uta Kala Residencial Don Leo
12. Estancia Ajata
13. Casa Hospedaje Guallatire

Restaurantes

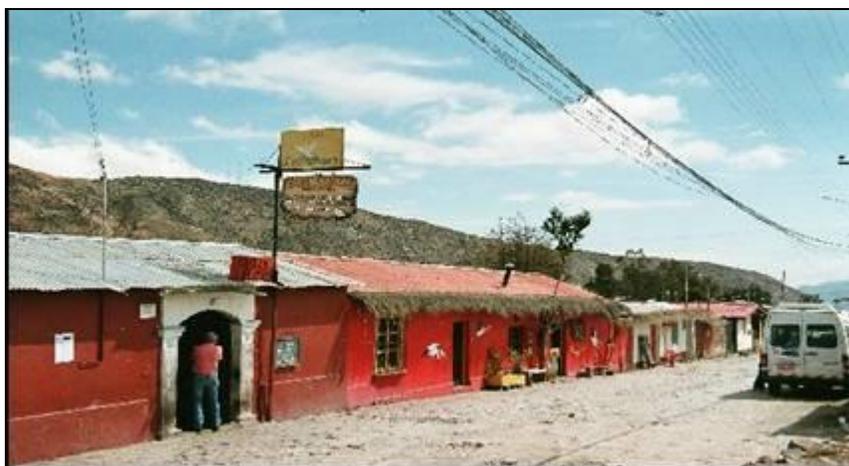
1. Restaurante Canta Verdi
2. Restaurante Rosamel
3. Restaurante Kuchu Marka
4. Restaurante La Paloma
5. Restaurante Nacer Andino
6. Restaurante Copihue de Oro

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Fotografía 2-96. Restaurante, Canta Verdi, Putre



Fotografía 2-97. Restaurante, Canta Verdi, Putre



En el caso de Arica según la información de SERNATUR, existen 58 establecimientos hoteleros, y 39 restaurantes y instalaciones que entregan servicios de alimentación, los principales productos turísticos que ofrece la comuna son el comercio y la playa, además la comuna es visitada por quienes desean conocer los atractivos del altiplano chileno, o ir a los países vecinos, Perú y Bolivia.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Fotografía 2-98. Restaurante Maracuyá, Arica



Fotografía 2-99. Restaurante Terra Amata, Arica



	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Fotografía 2-100. Hotel Arica



- **Infraestructura Portuaria**

Uno de los puntos importantes en materia de infraestructura, es la portuaria, la que se transforma en un eje relevante de la economía regional, desde ahí se desarrollan las exportaciones e importaciones desde y hacia el Pacífico. El Puerto cuenta con una adecuada infraestructura de conectividad vial y ferroviaria con Bolivia, Perú y el resto del país, así como indirectamente con Paraguay y Brasil.

Desde el 2003 el Terminal Portuario se encuentra concesionado, a un Consorcio Privado, TPA, con una inversión de US\$ 33 millones, lo que permitió alcanzar el año 2007, una cifra histórica de cargas, de 1.528.725 toneladas movilizadas, de estas un 67% corresponde a transferencia de contenedores, un 28% a granel y un 4% a carga general.

- **Infraestructura Hidráulica**

Otro aspecto destacable es, la infraestructura de obras hidráulicas, de embalses y canales, que han permitido el aprovechamiento hídrico suficiente para desarrollar la agricultura regional y abastecer a la población.

En materia de embalses cuenta con el de Laguna Cotacotani, ubicado en la comuna de Putre, con una capacidad de almacenamiento de 21 millones de metros cúbicos, con una superficie de riego de 2,3 Hás

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

En cuanto a la red de canales, se cuenta con el Lauca construido en 1962, ubicado en la comuna de Putre, con una longitud de 33 kilómetros y una capacidad de 1,90 M3/s. También está el canal Azapa, cuya matriz data de 1962, con una longitud de 44,70 kilómetros y una capacidad de 1,20 M3/s. Finalmente el canal Derivado de Azapa fue construido en 1969, con una longitud de 102 kilómetros y una capacidad de 0,60 M3/s.

Por ser región bifronteriza, la Región cuenta con cuatro pasos fronterizos terrestres, siendo los más importantes, por su flujo, los de Chacalluta terrestre y ferroviario, en el límite con Perú y Chungará, en el límite con Bolivia. Además, como puntos de acceso a Chile, deben considerarse lo ya mencionados, Aeropuerto Chacalluta y Terminal Portuario.

- **Industrias**

Al hacer un análisis de las industrias más importantes de la región, en materia de ventas y generación de empleo, de acuerdo a los registros de la Asociación de Industriales de Arica, existen sólo siete que tienen más de 100 trabajadores, éstas son Quiborax, V.F. Chile S.A., General Motors, Agrícola Tarapacá, Coca-Cola EMBONOR S.A., CONDENSA S.A. y CORPESCA S.A.

2.6.2.5 Conclusiones

- La comuna de Putre cuenta con una infraestructura principalmente pensada en atender las demandas turísticas de la zona, esta infraestructura la encontramos particularmente en la localidad de Putre, capital comunal. La comuna de Putre es visitada durante todo el año tanto por turistas nacionales como extranjero, que desean visitar sus bellezas naturales, pero además sus localidades cuentan con un patrimonio cultural importante que data de la época de la colonia
- En ella también encontramos algunas instalaciones de servicios Públicos, la Gobernación de Parinacota, las oficinas municipales, y una oficina de la CONADI.
- Existen 7 establecimientos educacionales, ubicados en diferentes localidades de la comuna, 6 de ellos cuentan sólo con educación básica, el único liceo existe se localiza en el poblado de Putre.
- La comuna de Putre cuenta con un Consultorio del Servicio de Salud en la localidad de Putre, y con dos Postas de Salud Rural ubicadas en las localidades de Belén y Ticnamar.
- En la comuna de Putre existen 1.094 viviendas.
- Sólo la localidad de Putre cuenta con alcantarillado, en el resto de las localidades las aguas servidas se eliminan a través de pozos negros, o letrinas.
- El 30% de la población de Putre no cuenta con energía eléctrica.
- La comuna de Arica La comuna de Arica cuenta con 120 establecimientos educacionales, entre los que se cuentan enseñanza pre-básica, básica, media, escuelas de lenguaje, liceos científico humanistas y politécnicos entre otras ofertas, además de establecimientos municipalizados, subvencionados y particulares.
- El único Hospital regional se encuentra en la comuna de Arica, el Hospital Dr. Juan Noe.
- La Comuna de Arica posee un total de 50.204 viviendas lo que constituye el 95,8% del total regional.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

- Menos del 3% de la población de la comuna de Arica, no cuenta con sistema de acceso a la energía, particularmente la situación se presenta en habitantes de sectores rurales de la comuna.
- La comuna de Arica, como capital Regional, cuenta con todas las Secretarías regionales Ministeriales y Direcciones regionales de los Servicios Públicos.
- La comuna de Arica cuenta con infraestructura hotelera y de servicios, para recibir a sus visitantes que principalmente vienen para recorrer las comunas rurales, y por las playas de la Comuna.

2.7 VIALIDAD

2.7.1 Introducción

El presente informe, comprende la realización de un Análisis de Impacto Vial del área circundante que será afectada por la operación del Proyecto “Manganeso Los Pumas” ubicado en la comuna de Putre, XV Región de Arica y Parinacota.

En el presente estudio, se abordan todos aquellos aspectos relevantes para el análisis vial. Con respecto a la situación actual, se describe aspectos físicos y operativos del área de influencia definida como la zona donde se espera los impactos del proyecto y sobre los cuales se propondrá las medidas de mitigación en caso de requerirse. Para elaborar esta parte del estudio, se realizó una inspección visual del terreno en el área de influencia donde se observó la vialidad, señalización, demarcación, entre otros aspectos. Además, se efectuaron mediciones de flujos vehiculares que servirán conocer la demanda circundante.

2.7.2 Objetivos

Realizar el Transporte de Mg desde las faenas mineras hasta el Puerto de Arica. Por lo anterior, se realiza un Análisis de Impacto Vial del área circundante que será afectada por la operación del Proyecto “Manganeso Los Pumas” ubicado en la comuna de Putre, XV Región de Arica y Parinacota.

Del análisis vial se desprenderá si las vías presentan o no problemas para el evento de la operación de la mina con el transporte del producto a fin de no afectar la población considerando entre otras cosas las rutas a seguir, la seguridad de tránsito y la normativa local aplicable al transporte de productos en Arica.

2.7.3 Metodología

En el presente estudio, se abordan todos aquellos aspectos relevantes para el análisis vial. Con respecto a la situación actual, se describe aspectos físicos y operativos del área de influencia definida como la zona donde se espera los impactos del proyecto y sobre los cuales se propondrá las medidas de mitigación en caso de requerirse. Para elaborar esta parte del estudio, se realizó una inspección visual del terreno en el área de influencia donde se observó la vialidad,

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

señalización, demarcación, entre otros aspectos. Además, se efectuaron mediciones de flujos vehiculares que servirán conocer la demanda circundante.

El estudio completo se presenta en el Anexo 2-3.

2.7.4 Area de influencia

Considerando la información sobre rutas de ingreso y egreso al proyecto y las intersecciones sobre dichas rutas, se ha determinado la siguiente área de influencia del proyecto, la que se muestra limitada en la figura siguiente.

La elección de las intersecciones a modelar se determinará de acuerdo a la captación de los flujos que llegan al proyecto y que estos sean de una magnitud tal que produzca efectos relevantes en el sector.

El estudio completo se presenta en el Anexo 2-3.

2.7.6 Resultados

Para cuantificar las características de la demanda de transporte del área de influencia del proyecto, se procede a analizar en terreno sobre la base de mediciones de flujos vehiculares de las intersecciones relevantes o representativas del área. El estudio completo con sus resultados se presenta en el Anexo 2-3.

2.7.7 Conclusiones

El proyecto “Manganeso Los Pumas”, no genera impactos negativos en la operación del tránsito en el área sobre la cual influye. El flujo vehicular, generado por el mismo proyecto, se verá mitigado sustantivamente mediante las medidas de gestión de tránsito en el área circundante.

Las Vías que serán afectadas por el aporte del proyecto cuentan con amplia capacidad de reserva y están habilitadas para la circulación de camiones según la normativa vigente.

La habilitación de las medidas de gestión de tránsito como restringir la salida de los camiones por el acceso principal en el horario más cargado del día que corresponde a la Punta Medio Día, trasladando esa salida al acceso sur servirá para no empeorar la actual congestión que se presenta en ese lugar y permitirá una fluidez vehicular sin producir conflictos en el Área de Influencia.

Cabe destacar que este proyecto considera la construcción de un camino de acceso a la mina y además del mejoramiento de la actual Ruta A-23, estas obras favorecerán considerablemente la actual oferta vial existente en la zona, mejorando su estándar y seguridad vehicular.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

2.8 PATRIMONIO CULTURAL

Arqueología y Paleontología

2.8.1 Introduccion

Se realizó una prospección arqueológica cubriendo una extensión de 857,3 ha del área de mina; 20,5 Km. lineales de acueducto y 26,4 Km. lineales de la Ruta A-23. Esta prospección se efectuó entre los días 16 y 17 de abril para un primer tramo de la Ruta A-23, entre los días 4 al 11 de julio de 2011 para un segundo tramo de la Ruta A-23, Acueducto y Área de Mina, y el 11 de agosto de 2011 para una porción del Área de Mina y segmento de la Ruta A-23 participando en las labores de terreno Rolando Ajata, Sebastián Escobar, Francisca Fernández, Wilfredo Faúndez, Pablo Méndez-Quirós, Daniela Osorio, Maritza Ramos, Carolina Salas, Verónica Silva y Jimena Valenzuela.

Adicionalmente, se dan a conocer los resultados de la prospección paleontológica de las áreas de fauna y del acueducto. Dicha prospección se llevó a cabo en terreno los días 17, 18 y 19 de diciembre del 2010 con el fin de prospectar el área del proyecto en busca del tipo de estructuras paleontológicas señaladas, y estuvo a cargo de Dr. Amaro Mourgues, Geólogo, Pelontólogo de invertebrados, y de la Licenciada Ana Valenzuela, paleontóloga de vertebrados.

2.8.2 Antecedentes

Antecedentes arqueológicos

Los Antecedentes arqueológicos y el marco legal se presentan en el Anexo 2-4.

Antecedentes paleontológicos

El informe de compilación de antecedentes bibliográficos (Rubilar, 2010) señala:

Posible ocurrencia de paleomadrigueras en cuevas y aleros rocosos en formaciones de ignimbritas, las cuales se encuentran en abundancia en la zona prevista para las obras del Proyecto “Manganeso Los Pumas”.

Posibles unidades fosilíferas cuaternarias subyacentes a niveles con ignimbritas (e.g., Formación Chucal) que podrían ser afectadas por las obras del Proyecto “Manganeso Los Pumas”.

Paleomadrigueras

Las paleomadrigueras corresponden a depósitos vegetales producidos por una gran variedad de animales fundamentalmente roedores tales como Lagidium, Phyllotis, Octodontomys, etc. Éstos son capaces de generar acumulaciones de material biológico en sus madrigueras (e.g., hojas, ramas y polen y también restos animales como fecas, huesos e insectos). Posteriormente, al evaporarse la orina del roedor, estos residuos orgánicos se encapsulan, facilitando la conservación de los materiales depositados, los cuales pueden mantenerse inalterados durante miles de años.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Estos depósitos ocurren principalmente en áreas que contienen formaciones rocosas tales como grietas, cuevas o aleros rocosos, ya que estos son utilizados comúnmente por los animales como refugio y sitios de defecación. Las paleomadrigueras han sido encontradas en todas las zonas áridas del mundo y es común encontrarlas en zonas rocosas del desierto de Atacama siendo reconocidas por la presencia de acumulaciones de materiales vegetales de color gris o marrón oscuro que son fácilmente diferenciables del sustrato rocoso en el que se encuentran. Dataciones de radiocarbono realizadas en paleomadrigueras encontradas en el desierto de Atacama, indican que éstas representan acumulaciones durante un periodo entre 14.000 y 10.000 años antes del presente (Latorre, 2008). La importancia de estas estructuras paleontológicas radica en que la información recopilada a través de su estudio puede ser utilizada en reconstrucciones paleoclimáticas y paleovegetacionales de zonas áridas (Betancourt *et al.* 2002). Por otro lado, a partir de estos estudios se ha facilitado el conocimiento de variados aspectos relacionados con la geología y geomorfología de los sistemas desérticos, siendo las paleomadrigueras una importante fuente de información para reconstrucciones paleoambientales de regiones áridas y semiáridas.

2.8.3 Objetivos

El objetivo de la prospección arqueológica fue determinar la existencia de evidencias arqueológicas en las áreas de impacto directo e indirecto del proyecto.

En el caso de la prospección paleontológica, su objetivo principal fue determinar la presencia de este tipo de patrimonio cultural dentro de los principales sectores intervenidos por el proyecto.

2.8.4 Area de influencia y Metodología

De acuerdo con las características del proyecto minero, el área de prospección comprende una extensión de 857,3 ha de Área de Mina; 20,5 Km lineales de Acueducto (que nace en la quebrada de Curaguara y llega hasta el área de mina) y 26,4 Km lineales de la Ruta A-23 (desde su intersección con la Ruta 11-CH hasta el cruce con el acueducto). El proyecto se ubica al norte de la quebrada Puxuma en el sector de Pampa Cascachane. Las coordenadas del área de estudio se indican en las Tabla 2-113 y Tabla 2-114 en Datum WGS84 (Figura siguiente).

Figura 2-75 Ubicación del área del proyecto



Tabla 2-113. Coordenadas UTM de inicio y término del acueducto y ruta A-23

	Inicio		Término	
	UTM E	UTM N	UTM E	UTM N
Acueducto	434841	8004325	450561	8004959
Ruta A-23	439654	8006580	446840	7990114

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Tabla 2-114 Coordenadas UTM de los vértices del área mina

Vértice	UTM E	UTM N
1	432316	8006874
2	433866	8006874
3	433866	8005495
4	434269	8005495
5	434269	8005337
6	434035	8005337
7	434035	8004876
8	434035	8004874
9	434309	8004874
10	434841	8004874
11	434841	8003624
12	433816	8003624
13	433816	8002624
14	432016	8002624
15	432016	8004874
16	432316	8004874

El reconocimiento arqueológico del área de estudio se realizó mediante técnica pedestre, recorriendo todo el terreno sistemáticamente de manera que se detalla en el Anexo 2-4.

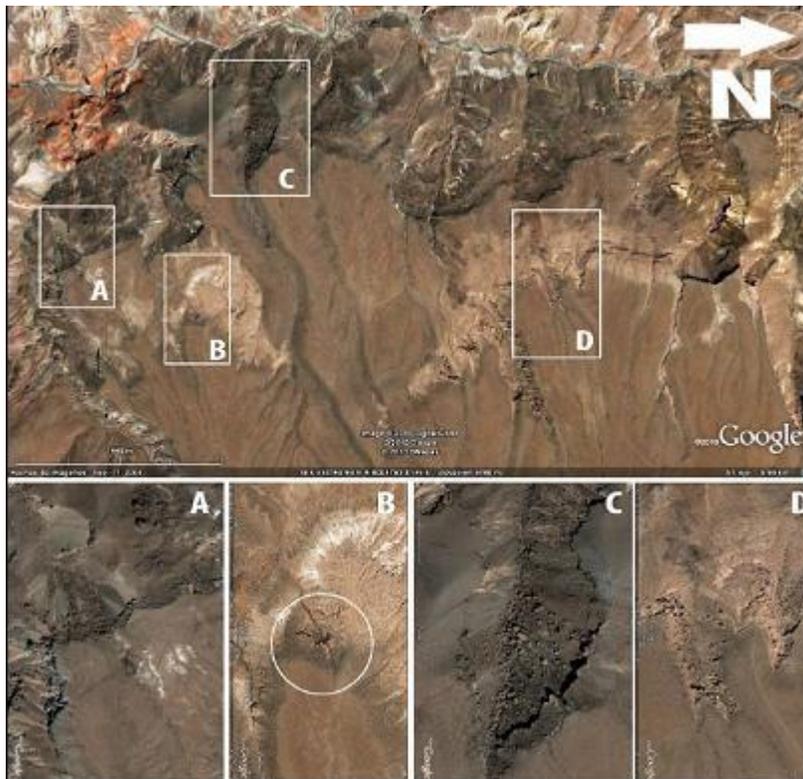
Paleontología área fauna y acueducto

La prospección consideró los principales sectores intervenidos por el proyecto, correspondientes a la zona donde se localizará el área mina, y el sector que abarcará la construcción del acueducto.

Áreas de prospección

Durante la prospección se recorrió la totalidad del área del proyecto, poniendo énfasis en los sectores donde se realizará la extracción (rajos), las instalaciones de la planta de procesamiento y el trazado que comprende el acueducto. En ellas se pudo constatar la presencia de escarpes correspondientes al frente de erosión de las ignimbritas tanto del complejo volcánico Taapaca como de la ignimbrita Lauca (Figura siguiente).

Fotografía 2-101. Sectores con escarpes, representativos del área del proyecto, correspondientes a los frentes de erosión de las unidades ignimbríticas.



Los escarpes generados en los frentes de erosión de dichas unidades ofrecen hábitats adecuados para la proliferación de roedores de la familia Chinchillidae como la viscacha (*Lagidium peruanum*), y por ende una mayor posibilidad de hallar paleomadrigueras expuestas. Por otra parte, el área cubierta por el trazado del acueducto corresponde a un suelo formado por la descomposición de los depósitos ignimbríticos del complejo volcánico Taapaca, con inclusión de fragmentos procedentes de esta misma unidad. La posibilidad de hallar en esta área dichas estructuras paleontológicas es nula.

2.8.5 Resultados

La prospección arqueológica permitió identificar 115 lugares con evidencias arqueológicas en las áreas de impacto directo e indirecto del proyecto. Se diferenció entre Sitios Arqueológicos (SA) y Hallazgos Aislados (HA) de acuerdo a las definiciones señaladas en los “Estándares mínimos de registro del patrimonio arqueológico” del Centro Nacional de Conservación y Restauración y el Consejo de Monumentos Nacionales. Un Hallazgo Aislado (HA) corresponde a una evidencia cultural mínima entre 1 y 5 elementos en un diámetro aproximado de 20 m sin asociación con otros materiales. Para su registro en terreno se registró una coordenada UTM central con navegador GPS. Un Sitio Arqueológico (SA) corresponde a evidencias culturales que cuentan con más de 5 elementos. Para su registro en terreno se tomó una coordenada UTM central en el caso

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

de rasgos discretos y su extensión, o varias coordenadas UTM que dieran cuenta de la distribución de evidencias muebles e inmuebles y entorno inmediato mediante navegador GPS.

En el Anexo 2-4 se presenta el detalle de los resultados de la prospección arqueológica.

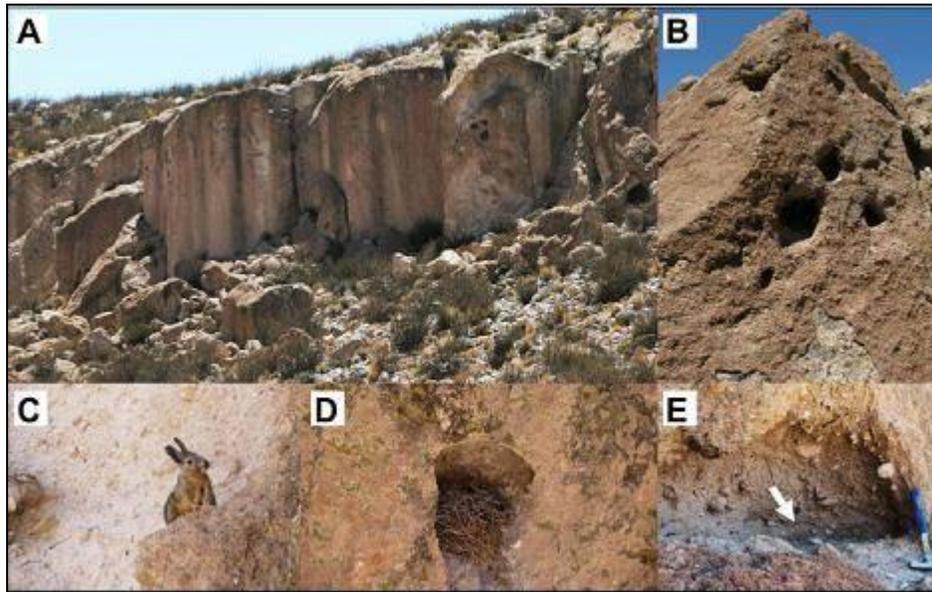
Prospección paleontológica área faena y acueducto

Durante la prospección no se hallaron paleomadrigueras ni tampoco otras estructuras paleontológicas. En la totalidad del área del proyecto afloran rocas relativamente duras, con oquedades superficiales, formadas por meteorización y erosión eólica (tafonis), con depósito sedimento actual y restos fecales de viscachas (*Ligidium viscacia*).

Rajos y planta.

En el área que contempla la ubicación de los rajos y las instalaciones de la planta procesadora, fueron localizados y prospectados algunos sectores con escarpes (Fotografía siguiente), de los cuales ninguno presentó rasgos favorables para la ocurrencia de paleomadrigueras. Únicamente se constató la presencia de oquedades poco profundas, utilizadas como refugio por viscachas (Fotografía siguiente).

Fotografía 2-102. Sector cercano a las instalaciones de la planta



A) Escarpes generados por el frente de erosión de las ignimbritas del complejo volcánico Taapaca, donde aprecian bloques caídos dejando la posibilidad de encontrar paleomadrigueras expuestas. Vista al este noreste. **B)** Oquedades superficiales en el escarpe. **C)** Viscacha (*Ligidium viscacia*). **D)** Oquedad superficial ocupada para nidificación de aves. **E)** Oquedad superficial con sedimento y fecas de *Ligidium viscacia* (indicado por flecha).

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Fotografía 2-103 Oquedad superficial formada por meteorización y erosión eólica (tafoni).



En la foto de la derecha es posible apreciar la escasa profundidad de la cavidad en la roca.

En los sectores destinados a la extracción (rajos), las tobas semisoldadas de la ignimbrita Lauca presentan una dureza aún mayor que las ignimbritas del complejo volcánico Taapaca, debido principalmente a la mineralización de manganeso, por lo que se desestima la presencia de paleomadrigueras (Fotografía siguiente).

Fotografía 2-104. Ignimbrita Lauca, con mineralización de manganeso, en el sector correspondiente a uno de los rajos. Vista al norte.

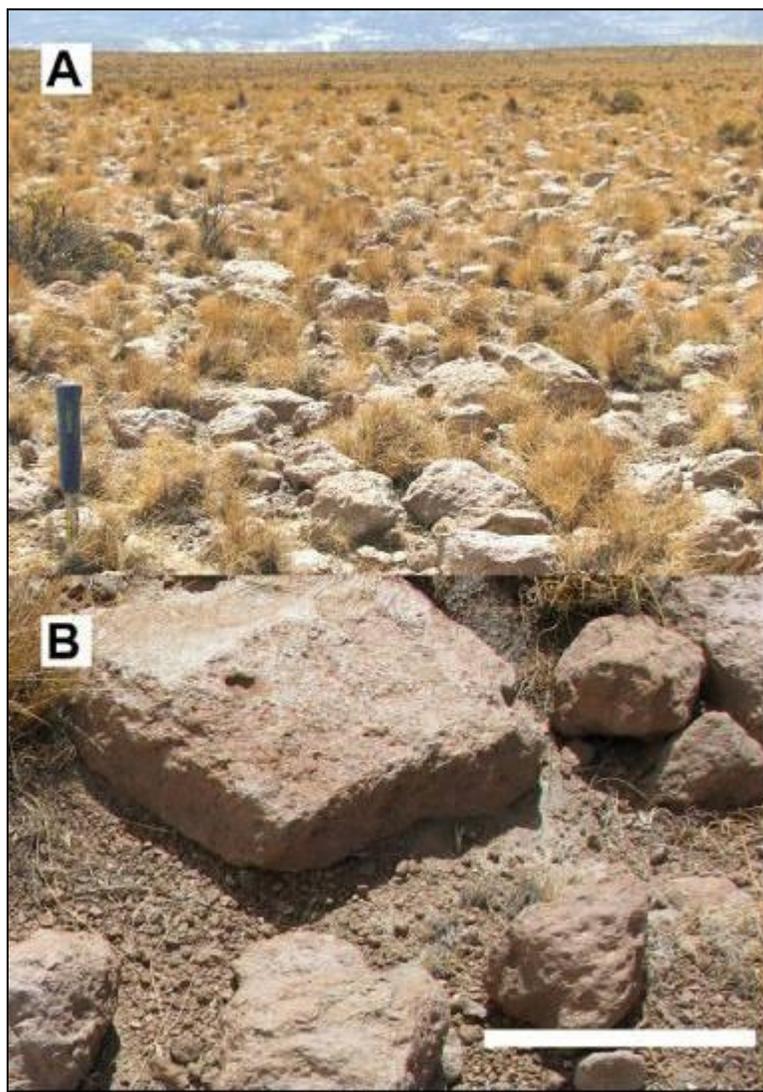


	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Acueducto

En el área correspondiente al trazado del acueducto, se constató la total ausencia de escarpes. Esta está conformada por las pampas Cascachane y de Allane, que corresponden a la superficie del depósito ignimbrítico de ceniza y bloques del complejo volcánico Taapaca (*PV(b)*). Dicha superficie está cubierta por suelo que incluye fragmentos del depósito ignimbrítico (Fotografía siguiente).

Fotografía 2-105. Aspecto representativo de las pampas de Cascachane y de Allane, en el área del trazado del acueducto.



A) Superficie llana con fragmentos de ignimbrita y coirón (Festuca). B) Fragmentos de ignimbrita incorporados al suelo. La barra mide ca. 20 cm.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

2.8.6 Conclusiones

Prospección arqueológica

La prospección realizada en el área del proyecto permitió identificar 115 lugares arqueológicos en las cercanías de las obras proyectadas.

Del total de las evidencias arqueológicas, 79 se registraron en el área de mina, 18 asociados al acueducto y 18 a la Ruta A-23. Estos sitios pertenecen a diversas categorías funcionales definidas según sus características en alero rocoso, concentración mueble, estructura demarcatoria, hallazgo aislado, sitio con arquitectura, sendero, y taller lítico, abarcando tanto a períodos prehispánicos y períodos posthispánicos.

Respecto de la influencia del proyecto minero sobre las evidencias registradas podemos señalar que 72 lugares arqueológicos se encuentran dentro del área de influencia directa del proyecto y 43 lugares se localizan en el área de influencia indirecta del proyecto. Además, se registraron otros 52 lugares con evidencias arqueológicas en las inmediaciones del área del proyecto, pero fuera de las AID y AII. Para cada una de las evidencias arqueológicas se propusieron medidas específicas de mitigación o compensación en las fichas de registro y en la síntesis de estas medidas (ver Anexo 2-4).

El registro arqueológico realizado nos permite afirmar que la ocupación humana prehispánica y posthispánica en el sector de Pampa Cascachane fue bastante importante. Destaca la gran variedad y cantidad de ocupaciones del período Arcaico representado por campamentos y áreas de actividad asociados a recursos faunísticos en la parte alta del río Lluta. Por el área también se registraron varios senderos, algunos de los cuales cruzan el área de mina y acueducto para acceder a la parte baja del río Lluta y atravesar hacia otros espacios de pastizales. La ocupación humana posterior se representa a través de componentes alfareros que puede estar representando probablemente al período Formativo y muy especialmente al período Intermedio Tardío o Desarrollos Regionales y al período Tardío o contemporáneo al Inca. La mayoría de los registros corresponden a evidencias de campamentos y paso de gentes, y en un sólo caso fue posible registrar osamentas humanas de tiempo prehispánico en el área de mina (LPAM-104), aunque fuera de las AID y AII.

El interés por los recursos mineros ya se vislumbra con la ocupación de estas áreas por poblaciones posthispánicas de tiempo colonial y republicanas. Para profundizar en el conocimiento de los distintos momentos de ocupación en el tiempo se requiere preservar los monumentos nacionales documentados y estudiar pormenorizadamente aquellos que serán impactados directamente por los proyectos de inversión minera, para los cuales se propone su rescate.

Prospección paleontológica área faena y acueducto

Se concluye la ausencia de paleomadrigueros en el área del proyecto. La dureza de las rocas que forman los escarpes (ignimbrita Lauca y depósitos de ceniza y bloques del complejo volcánico Taapaca), no favorecen la formación de las mencionadas estructuras paleontológicas.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Se descarta la necesidad de monitoreo por un especialista durante el desarrollo de la faena de extracción ya que en las unidades que serán afectadas por esta actividad (ignimbrita Lauca, parte superior de la Formación Huaylas), no se han reportado hallazgos, ya que muestran ambientes desfavorables a la preservación de fósiles. Sin embargo, en el caso en que si se encontrase algún resto o evidencia, éste debe informarse al Consejo de Monumento Nacionales, ya que la ley que regula el patrimonio paleontológico así lo indica (Ley 17.288).

No existen afloramientos de la Formación Chucal en el área del proyecto. Éstos se restringen al cerro homónimo, ubicado a *ca.* 80 km al sureste del área del proyecto.

2.9 PAISAJE

2.9.1 Introducción

La evaluación y estudio del paisaje, permitirá dar cuenta del estado y valor paisajístico que presenta en la actualidad el área de desarrollo del proyecto “Manganeso Los Pumas” en la Provincia de Parinacota a 35 km del poblado de Putre, con la consiguiente interpretación de las respuestas que el medio tendrá frente a potenciales acciones que se sometan sobre él, dando como resultado, las bases que permiten desarrollar y elaborar las medidas de adecuación, restauración y manejo de impactos sobre el paisaje debido a las acciones del proyecto.

Lo anterior, se considera de vital importancia considerando el alto atractivo paisajístico que se le asocia a la zona y los planes de desarrollo de actividad turística que se han promovido en los últimos años.

2.9.2 Objetivos

El objetivo general de este estudio es caracterizar el paisaje visual del área de influencia del proyecto.

Los objetivos específicos se fundamentan en los alcances de los estudios ambientales y protocolos metodológicos que la Comisión Nacional Medio Ambiente propone en el documento “*Metodologías para la caracterización Ambiental*” (CONAMA, 1996), y son los siguientes:

- Caracterizar el paisaje a través de sus componentes mediante el análisis de las “Características Visuales Básicas”
- Evaluar la Calidad Visual de Paisaje
- Evaluar la Fragilidad Visual de Paisaje

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

2.9.3 Definición del Área de influencia

Sobre la base de la metodología propuesta, el área de influencia fue definida por la capacidad de visión de un observador común del paisaje, geográficamente, compuesta por:

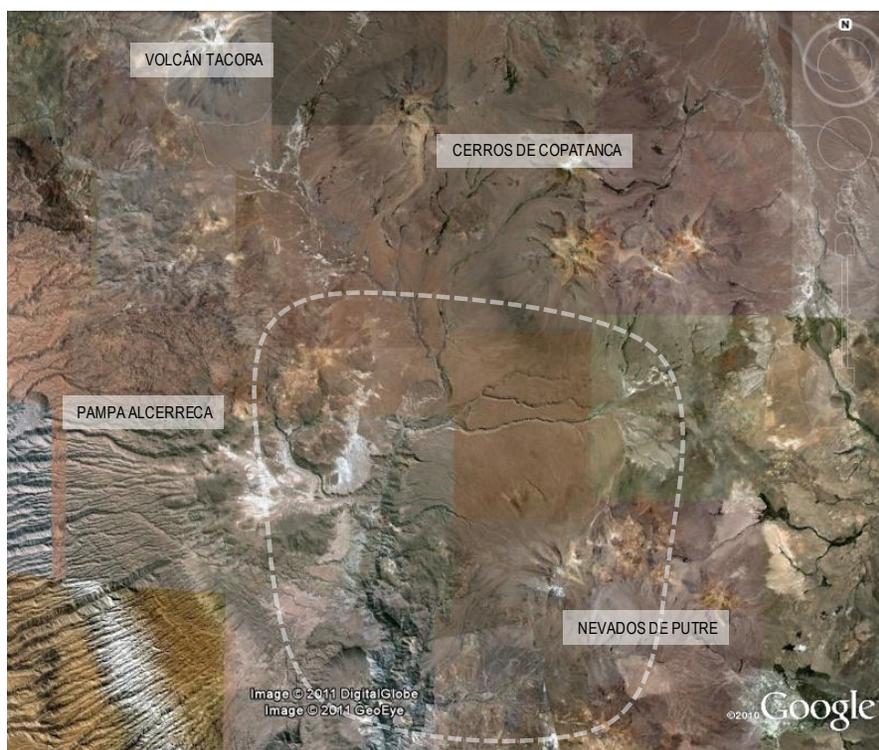
Los Nevados de Putre por el oriente,

La Quebrada Allane y el fondo escénico conformado por el volcán Tacora y el cordón montañoso de Copatanca por el norte.

El río Lluta, principal curso de agua en la zona y la Pampa Alcérreca por el poniente

Al sur en primera instancia la Quebrada Puxuma y la Pampa Guaripujo ubicada dentro de los límites del Parque Nacional Lauca, asociado a la ruta A-23 dentro del Parque las pampas Tunacapane, Umaxo, Llaituma, Pairumane y Characacarani.

Figura 2-76. Área de Influencia



2.9.4 Metodología

Para la elaboración de la línea base del componente paisaje, se procede a dos niveles de análisis, estos dos niveles dan cumplimiento lo que establece la letra f.7 del Artículo 12 del D.S. 95/01 y corresponden a una descripción cualitativa y dos análisis cuantitativos, según se detalla a continuación:

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

- Características Visuales Básicas: (Análisis descriptivo o cualitativo) que corresponde a una descripción cualitativa de los rasgos fundamentales que definen el paisaje, en términos generales esta descripción se basa en el análisis de las Características Visuales Básicas como matriz paramétrica y el Inventario de recursos estéticos de interés en el área.
- Calidad Visual: (Análisis cuantitativo) Son las características intrínsecas del paisaje, que nos indican sus valores estéticos, su belleza. Se define como el valor estético del paisaje de acuerdo al análisis y valoración desagregada de sus componentes.
- Fragilidad Visual: (Análisis cuantitativo) que se define como la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso o actuación sobre él.
- Visibilidad: (Análisis cuantitativo) que permite graficar el grado de incidencia visual de un punto o un área desde puntos por los cuales puede acceder un observador común.

Estos análisis se elaboran mediante la desagregación de los componentes que se encuentran presentes en el paisaje, los cuales son analizados en términos generales y se agrupan en tres grandes bloques:

- Factores físicos
- Factores bióticos
- Intervenciones antrópicas del territorio.

Los que pueden articularse en el espacio de muy diferentes formas permitiendo su análisis y diferenciación.

Para la descripción y evaluación de cada uno de los análisis se realizaron dos campañas de terreno en las que se prospectó la totalidad de las áreas involucradas en el proyecto, la primera campaña se realizó entre los días 13 y 16 de abril y entre los días 20 y 23 de julio, en ambas visitas se determinaron los siguientes elementos mediante el método de *observación directa in situ*.

- Selección de puntos de observación habitualmente recorridos por un observador común y aquellos que pudieran considerarse posibles miradores por sus características panorámicas y de visibilidad.
- Definición de unidades de paisaje encontradas en el área del Proyecto. Se entenderá por unidad de paisaje a las áreas o sectores homogéneos dentro del territorio. Estas se definen según características morfológicas, vegetacionales y espaciales en común y según el similar tipo de respuesta visual ante posibles acciones antrópicas.
- Definición de las cuencas visuales para cada punto de observación. Estas fueron registradas a través de toma de fotografías. La cuenca visual se define como la superficie de terreno que es visible desde ese punto.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Análisis Descriptivo

Para realizar el análisis descriptivo o cualitativo de los elementos que conforman el paisaje, se describen las características visuales básicas, de acuerdo a los siguientes parámetros:

a. Características Visuales Básicas

Se entiende por características visuales básicas al conjunto de rasgos que definen visualmente un paisaje o sus componentes y que pueden ser utilizados para su análisis, diferenciación y valorización. Las características visuales básicas son:

Color: Los colores permiten diferenciar objetos que de similar forma, serían idénticos. Se define por el tinte, el tono y el brillo. La combinación de estos elementos da el nivel de contraste visual del paisaje.

Forma: Es el volumen o figura de un objeto o de varios objetos que aparecen unificados visualmente. Las formas pueden ser de dos tipos: las bidimensionales, o tridimensionales.

Línea: Es el camino real o imaginario que percibe el observador cuando existen diferencias bruscas entre los elementos visuales o cuando los objetos se presentan con una secuencia unidireccional.

Textura: Es la manifestación visual de la relación entre luz y sombra dada por las variaciones existentes en la superficie de un objeto. Esta propiedad se extiende a superficies compuestas por la agregación de pequeñas formas o mezclas de color que constituye un modelo continuo de superficie.

La textura puede caracterizarse por su:

Grano (fino, medio o grueso): Tamaño relativo de las irregularidades superficiales.

Densidad: Espaciamiento de las variaciones superficiales.

Regularidad: Grado de ordenación y homogeneidad en la distribución espacial de las irregularidades superficiales.

Contraste interno: Diversidad de colorido y luminosidad dentro de superficie.

Configuración espacial o espacio:

Es un elemento visual complejo que engloba el conjunto de cualidades del paisaje determinadas por la organización tridimensional de los objetos y los espacios libres o vacíos de la escena.

La composición espacial de los elementos que integran la escena define distintos tipos de paisaje:

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Panorámico: En los que no existen límites aparentes para la visión, predominando los elementos horizontales con el primer plano y el cielo dominando la escena.

Cerrados: Definidos por la presencia de barreras visuales que determinan una marcada definición del espacio.

b. Inventario de Recursos Visuales

Adicionalmente, a modo de síntesis se realizó un inventario de los recursos visuales de cada unidad de paisaje, quedando registrada todas las observaciones en un formulario de terreno. Los recursos visuales analizados fueron los siguientes:

Áreas de Interés Escénico: Se definen como zonas o sectores que por sus características (formas, líneas, texturas, colores, etc.) otorgan un importante grado de valor estético al paisaje.

Hitos Visuales de Interés: Son elementos puntuales que aportan belleza al paisaje de forma individual y que por su dominancia en el marco escénico, adquieren significancia para el observador.

Cubierta Vegetal Dominante: Se refiere a las formaciones vegetales que son relevantes dentro del paisaje (bosques, matorrales, estepas, cactales, etc.).

Presencia de Fauna: Se refiere a todas las poblaciones animales, exóticas o autóctonas, que generen una dinámica interesante y que aporten a la calidad escénica del paisaje.

Áreas de Interés Histórico: Son todas las áreas que posean una carga histórica o patrimonial relevante para un país, región o ciudad. (zonas donde se hayan registrado batallas importantes, asentamientos de pueblos originarios, etc.).

Análisis Cuantitativo

El objetivo del análisis cuantitativo es evaluar de una manera objetiva los dos parámetros antes mencionados, calidad visual y fragilidad visual.

a. Calidad Visual

Para la evaluación de la Calidad Visual, se utilizó una adaptación de la Matriz de Valoración propuesta por el USDA Forest Service y el Bureau of Land Management (BLM, 1980) de Estados Unidos. Se entenderá por calidad visual al valor estético que posee un paisaje en un momento determinado.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Tabla 2-115. Matriz para la Evaluación de la Calidad Visual del Paisaje

FACTORES	CALIDAD VISUAL DE PAISAJE		
	ALTA	<u>MEDIA</u>	BAJA
GEOMORFOLOGÍA (G)	Relieve muy montañoso, marcado y prominente o bien relieve de gran variedad superficial o sistema de dunas o presencia de algún rasgo muy singular. <i>Valor = 50</i>	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales. <i>Valor = 30</i>	Colinas suaves, fondos de valle planos, poco o ningún detalle singular. <i>Valor = 10</i>
VEGETACIÓN (V)	Gran variedad de formaciones vegetales, con formas, texturas y distribución interesantes. <i>Valor = 50</i>	Alguna variedad en la vegetación, pero sólo uno o dos tipos. <i>Valor = 30</i>	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación. <i>Valor = 10</i>
FAUNA (F)	Presencia de fauna permanente en el lugar, o especies llamativas, o alta riqueza de especies. <i>Valor = 50</i>	Presencia esporádica en el lugar, o especies poco vistosas, o baja riqueza de especies. <i>Valor = 30</i>	Ausencia de fauna de importancia paisajística. <i>Valor = 10</i>
COLOR (C)	Combinaciones de color intensas y variadas, o contrastes agradables entre suelo, cielo, vegetación, roca, agua y nieve. <i>Valor = 50</i>	Alguna variedad e intensidad en los colores y contraste del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante. <i>Valor = 30</i>	Muy poca variación de color o contraste, colores apagados. <i>Valor = 10</i>
FONDO ESCÉNICO (E)	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual. <i>Valor = 50</i>	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual del conjunto. <i>Valor = 30</i>	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto. <i>Valor = 10</i>
SINGULARIDAD O RAREZA (S)	Paisaje único o poco corriente, o muy raro en la región; posibilidad real de contemplar fauna y vegetación excepcional. <i>Valor = 50</i>	Característico, pero similar a otros en la región. <i>Valor = 30</i>	Bastante común en la región. <i>Valor = 10</i>
ACTUACIONES HUMANAS (H)	Libre de intervenciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual. <i>Valor = 50</i>	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual. <i>Valor = 30</i>	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica. <i>Valor = 0</i>

(Modificado de: BLM 1980)

b. Fragilidad Visual

Para la evaluación de la Fragilidad Visual, se utilizó una adaptación del método de Aguiló et al (1992). Se entenderá por fragilidad visual a la susceptibilidad de un territorio al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Tabla 2-116. Matriz para la Evaluación de la Fragilidad Visual del Paisaje

FACTORES	ELEMENTOS	FRAGILIDAD VISUAL DE PAISAJE		
		ALTA	MEDIA	BAJA
Biofísicos	Pendientes (P)	Pendientes de más de 30%, terrenos con un dominio del plano vertical de visualización. <i>Valor = 30</i>	Pendientes entre 15 y 30%, y terrenos con modelado suave u ondulado. <i>Valor = 20</i>	Pendientes entre 0 y 15%, plano horizontal de dominancia. <i>Valor = 10</i>
	Densidad Vegetacional (D)	Grandes espacios sin vegetación. Agrupaciones aisladas. Dominancia estrata herbácea. <i>Valor = 30</i>	Cubierta vegetal discontinua. Dominancia de estrata arbustiva. <i>Valor = 20</i>	Grandes masas boscosas. 100% de cobertura. <i>Valor = 10</i>
	Contraste Vegetacional (C)	Vegetación monoespecífica, escasez vegetacional, contrastes poco evidente. <i>Valor = 30</i>	Mediana diversidad de especies, con contrastes evidentes, pero no sobresalientes. <i>Valor = 20</i>	Alta diversidad de especies, fuertes e interesantes contrastes. <i>Valor = 10</i>
	Alturas de la Vegetación (h)	Vegetación arbustiva o herbácea, no sobrepasa los 2 m de altura o Sin vegetación <i>Valor = 30</i>	No hay gran altura de las masas (< 10 mt), ni gran diversidad de estratos. <i>Valor = 20</i>	Gran diversidad de estratos. Alturas sobre los 10 m <i>Valor = 10</i>
Visualización	Tamaño de la Cuenca visual (T)	Visión de carácter cercana o próxima (0 a 500 m). Dominio de los primeros planos. <i>Valor = 30</i>	Visión media (500 a 2000 m), dominio de los planos medios de visualización. <i>Valor = 20</i>	Visión de carácter lejano o a zonas distantes (>2000 m) <i>Valor = 10</i>
	Forma de la Cuenca visual (F)	Cuencas alargadas, generalmente unidireccionales en el flujo visual o muy restringida <i>Valor = 30</i>	Cuencas irregulares, mezcla de ambas categorías. <i>Valor = 20</i>	Cuencas regulares extensas, generalmente redondeadas. <i>Valor = 10</i>
	Compacidad ¹¹ (O)	Vistas panorámicas abiertas. El paisaje no presenta huecos, ni elementos que obstruyan los rayos visuales. <i>Valor = 30</i>	El paisaje presenta zonas de menor incidencia visual, pero en un porcentaje moderado. <i>Valor = 20</i>	Vistas cerradas u obstaculizadas. Presencia constante de zonas de sombra o menor incidencia visual. <i>Valor = 10</i>
Singularidad	Unicidad ¹² del paisaje (U)	Paisaje singular, notable, con riqueza de elementos únicos y distintivos. <i>Valor = 30</i>	Paisaje interesante pero habitual, sin presencia de elementos singulares. <i>Valor = 20</i>	Paisaje común, sin riqueza visual o muy alterados. <i>Valor = 10</i>

11 Se refiere a la permeabilidad visual de un punto o zona determinada.

12 Se refiere al carácter de único.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Visibilidad	Accesibilidad Visual13 (A)	Percepción visual alta, visible a distancia y sin mayor restricción. <i>Valor = 30</i>	Visibilidad media, ocasional, combinación de ambos niveles. <i>Valor = 20</i>	Baja accesibilidad visual, vistas escasas o breves. <i>Valor = 10</i>
-------------	--------------------------------------	---	--	--

(Modificado de: Aguiló et al. 1992)

c. Visibilidad

Para la evaluación de la visibilidad o acceso visual del proyecto, se seleccionaron los puntos de observación a lo largo de la ruta que son los más significativos o presentan mayores posibilidades de lograr acceso visual al área del proyecto.

Este tipo de análisis permite evaluar las áreas que presentan mayor exposición visual. Tomando en cuenta el área visible obtenida, se utilizó como referencia considerando lo expuesto por Steinitz (1979), quién fija una distancia de visión en función de las peculiaridades de la zona de estudio, pudiendo determinar rangos de distancia dependiendo de la capacidad del observador de percibir detalles. Estos rangos se denominan umbrales o zonas de visión definidas a continuación.

Tabla 2-117. Matriz para la Evaluación de los Umbrales o zonas de visión

Zona	Distancia metros
Próxima	0-200
Media	200 – 800
Lejana	800 – 2.600

(Steinitz, 1979)

2.9.5 Resultados

Las obras proyectadas relacionadas con el Proyecto “Manganeso Los Pumas”, se encuentran en la zona altiplánica de la cordillera de los Andes, a 175 km de Arica y a 35 km de Putre provincia de Parinacota, comuna de Putre, en la región de Arica y Parinacota.

La accesibilidad al área de estudio, se realizó desde la ruta A-23 en el tramo que se desarrolla entre el empalme con la ruta CH11, Ruta Internacional que comunica la ciudad de Arica con el paso fronterizo Chungará-Tambo Quemado, hasta la localidad de Coronel Alcérreca. Otra ruta de análisis en el área de estudio es la A-123 hacia Colpitas.

El paisaje en el área de estudio presenta espacialidad abierta característica de la zona altiplánica del norte de Chile. La cordillera de los Andes forma un macizo imponente que se levanta junto a la

13 Se refiere al territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

depresión intermedia, en forma de un gran plano inclinado, alcanzando alturas entre los 5000 y los 6000 m.s.n.m.

El altiplano recibe precipitaciones tropicales y nieve. En enero y febrero este fenómeno climático se denomina el invierno altiplánico. En estas zonas la altura es la que limita y determina la vida; sin embargo la biota domina las escenas.

Los principales elementos que determinan la lectura visual del conjunto de paisaje son los siguientes:

Las geoformas, son uno de los elementos descriptivos que sustentan la particularidad del paisaje, los profundos cañones de los principales ríos de la zona y las altas cumbres entre ellas el Taapacá (Nevados de Putre) y el Tacora.

La presencia de cursos de agua como el río Lluta, enriquecen y dan variedad a la dinámica del paisaje

La vegetación, las suaves laderas y planicies están cubiertas de vegetación, grandes extensiones cubiertas de pastizales formados por pastos duros llamados coirones o paja brava, los matorrales formados por arbustos de baja altura llamados "tolas", a mayor altura crece la llareta y las zonas inundadas se cubren de plantas duras y pastos, formando lo que se denominan bofedales.

La fauna que se presenta de manera vistosa y con alta frecuencia, representada por vicuñas, guanacos, zorros y vizcachas.

Fotografía 2-106. Geoformas



	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Fotografía 2-107. Cursos de agua



Descripción por unidad paisaje

Se identificaron tres Unidades de Paisaje en las áreas que involucra el proyecto de acuerdo al alcance visual que logra un observador desde el entorno (ver Lámina Unidades de Paisaje en Anexo 2-6a)

Unidad de Paisaje 1: Área Mina y Caja del Rio Lluta

Unidad de Paisaje 2: Pampas Allane, Curaguara y Taapaca

Unidad de Paisaje 3: Pampas Tuncapane y Guaripujo - Parque Nacional Lauca

UNIDAD DE PAISAJE 1: ÁREA MINA Y CAJA DEL RIO LLUTA

Esta unidad de paisaje, es la más relevante en el contexto territorial de las áreas que interviene el proyecto, por un lado es la unidad receptora de la mayor cantidad de obras del proyecto debido a que en esta unidad se localiza las instalaciones de la mina y planta procesadora y por otro lado, el río Lluta y la morfología de su caja constituye un gran atractivo turístico referente de la localidad de Putre y Coronel Alcérreca en este tramo, su alcance en términos de atractivo alcanza un nivel regional, encontrándose fotos y oferta turística incluso en Arica que es uno de los centros urbanos de mayor jerarquía regional.

El área del proyecto está al interior de una cuenca visual auto-contenida, con altos niveles de compacidad hacia las cuencas visuales adyacentes y hacia el río debido a la profundidad y estrechez de la caja que lo contiene, haciéndose presente como curso de agua únicamente en el sector de confluencia entre el Lluta y el Allane, punto al que puede acceder un observador común y que no tiene acceso visual hacia el área mina.

Los puntos de observación a los que puede acceder un observador común están asociados a la ruta A-23, incluida la localidad de Coronel Alcérreca.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Análisis descriptivo

a. Características visuales básicas

Color: La unidad presenta múltiples variaciones de color integrando distintos niveles de contraste, en particular el suelo y las distintas formas erosivas, las esporádicas ventanas visuales que permiten ver el agua corriente a distancia y el color del cielo que, al momento de la observación se presenta azul profundo.

Forma: La morfología de las cuencas visuales de esta unidad determina un paisaje de carácter alargado con importante dominio de los planos verticales y con alto grado de complejidad.

Línea: La principal línea como marca visual en la lectura del paisaje está dada por los límites del cajón del Lluta, estas delimitan y enmarcan un contexto que no se comunica visualmente con el entorno y los puntos de fuga son virtuales y asociados a la direccionalidad de la cuenca visual.

Textura: La rugosidad superficial configura una matriz heterogénea e irregular en la que cada elemento aporta una estructura distinta que le infieren al conjunto una gran riqueza y complejidad.

Configuración espacial o espacio: El espacio se encuentra fuertemente delimitado por la caja del Lluta, por lo que el espacio se puede definir como cerrado.

b. Inventario de Recursos Visuales

Los mayores recursos visuales de la unidad son:

- El río Lluta
- Las geoformas que encierran la caja del río Lluta (en color, forma y textura)

Fotografía 2-108. UP1-1
Cajón del río Lluta desde el área del proyecto



Destaca el río, las geoformas y el bofedal Hayla

Fotografía 2-109. UP1-2
Cajón del río Lluta desde el área del proyecto



Destacan geoformas

Fotografía 2-110. UP1-3
Quebrada al interior del área del proyecto



Destacan geoformas

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Fotografía 2-111. UP1-4
Punto de especial interés paisajístico y turístico



Sector de confluencia del río Allane y el río Lluta

Análisis cualitativo

La evaluación de Calidad Visual y Fragilidad Visual está referida a los puntos a los que tiene acceso un observador común.

Tabla 2-118. UP1-1 Calidad visual paisaje
Unidad de Paisaje 1: Área mina y caja del río Lluta

Geomorfología	Vegetación	Fauna	Color	Fondo Escénico	Singularidad	Actuación Humana
Alta	Media	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
En consecuencia esta unidad posee una Calidad Visual ALTA						

Para esta unidad los resultados de Calidad Visual se fundamentan de acuerdo a la siguiente descripción:

Geomorfología: Las formas erosivas de la caja del Lluta, las texturas y su colorido presenta características excepcionales.

Vegetación: Domina una cobertura homogénea, escasa variedad.

Fauna: La unidad cuenta con presencia permanente de guanacos y vicuñas, condiciones excepcionales de alcance visual.

Color: La unidad presenta gran variedad e intensidad en el contraste de sus colores

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Fondo Escénico	Pese a ser la unidad de paisaje con menor acceso visual a cuencas visuales adyacentes, los elementos del fondo escénico (Taapaca y Tacora) potencian la visión de conjunto.
Singularidad	El paisaje es único constituye un atractivo visual de gran relevancia tanto local como regional.
Actuación Humana	La unidad está afectada parcialmente por actuaciones antrópicas discretas que no restan naturalidad al área como son los caminos.

Tabla 2-119. UP1-2 Fragilidad visual paisaje
Unidad de Paisaje 1: Área mina y caja del río Lluta

Biofísicos				Visualización			Singularidad	Visibilidad
Pendiente	Densidad vegetal	Contraste vegetación	Altura Vegetación	Tamaño de la Cuenca	Forma de la Cuenca	Compacidad	Unicidad	Accesibilidad
Alta	Media	Media	Alta	Media	Media	Baja	Alta	Media
En consecuencia esta unidad posee una Fragilidad Visual MEDIA								

Para esta unidad los resultados de Fragilidad Visual se fundamentan de acuerdo a la siguiente descripción:

Factores Biofísicos

Pendientes:	Dominan planos verticales de visualización
Densidad Vegetacional:	La unidad presenta una cubierta homogénea de herbáceas y subarbustivas.
Contraste Vegetacional:	La unidad no presenta fuertes e interesantes contrastes en la configuración de la vegetación, es más bien homogénea.
Alturas de la Vegetación:	De baja altura homogénea.

Factores de Visualización

Tamaño de la cuenca visual:	Visión media, dominio de planos de visualización en distancias entre 500 y 2000 metros
Forma de la cuenca visual:	La unidad presenta una mezcla de las formas de cuencas visuales variando entre cuencas abiertas y cuencas estrechas.
Compacidad:	Alto porcentaje de vistas cerradas, con poca intervisibilidad hacia unidades adyacentes

Singularidad

Unicidad de Paisaje:	Paisaje único, con riqueza de elementos únicos y distintivos
----------------------	--

Visibilidad

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Accesibilidad Visual: El paisaje presenta accesibilidad visual media por configurarse espacialmente con cuencas visuales abiertas y cuencas visuales estrechas.

UNIDAD DE PAISAJE 2: PAMPAS ALLANE, CURAGUARA Y TAAPACA

Esta unidad de paisaje corresponde a una extensa cuenca visual, los rayos visuales se proyectan a distancias superiores a los 2000 metros y los límites visuales son las altas cumbres. Los principales elementos para la lectura visual del paisaje son:

- Una extensa planicie de textura y color homogéneo dominada por un estrato herbáceo y suarbustivo.
- Los elementos del fondo escénico, dominado por los Nevados de Putre, el volcán Tacora y el cordón montañoso de Copatanca al nororiente de la cuenca.
- Secundariamente la red de caminos que interrumpen sutilmente el plano principal.

Los puntos de observación a los que puede acceder un observador común están asociados a la ruta A-23 y la A-123.

Análisis Descriptivo

a. Características visuales básicas

Color: La unidad presenta coloración homogénea en los primeros planos de visualización (planicie), los mayores matices los aportan los cerros del fondo escénico, en especial en la espalda de los Nevados de Putre.

Forma: La morfología de la cuenca visual de esta unidad determina un paisaje de gran amplitud, homogéneo y sin grandes variaciones.

Línea: La principal línea como marca visual en la lectura del paisaje está dada por los cerros que cierran la cuenca visual, muy secundariamente los caminos generan una trama que no guarda relación con los puntos de fuga, los que se proyectan en todas direcciones y sin mayor restricción.

Textura: La rugosidad superficial configura una matriz homogénea, dominada por la vegetación de baja altura.

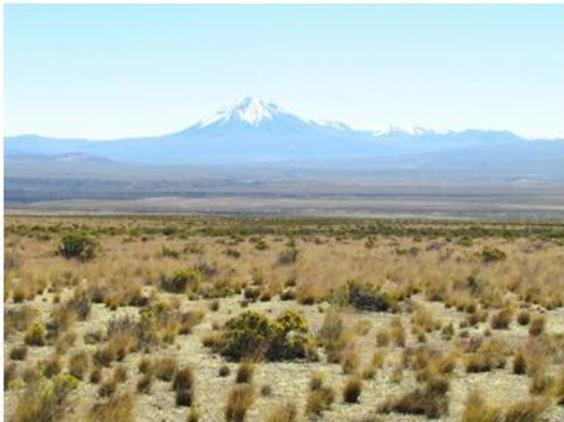
Configuración espacial o espacio: El espacio es totalmente abierto, delimitado únicamente por los cerros del entorno que se encuentran a gran distancia.

b. Inventario de Recursos Visuales

Los principales recursos visuales de la unidad son:

- Los Nevados de Putre
- El Volcán Tacora
- El Macizo de Cerros de Copatanca
- La presencia de fauna de permanente avistamiento (vicuñas y guanacos)

Fotografía 2-112. UP2 -2 Pampa Allane – Macizo de Cerros de Copatanca



Fotografía 2-113. UP2 -1 Pampa Allane – fondo escénico el Volcán Tacora



Fotografía 2-114. UP2 -4 Área singular a los pies de los Nevados de Putre, Quebrada



Fotografía 2-115. UP2 -3 Pampa Allane



Análisis Cuantitativo

La evaluación de Calidad Visual y Fragilidad Visual está referida a los puntos a los que tiene acceso un observador común.

Tabla 2-120. UP2-1 Calidad visual paisaje
Unidad de paisaje 2: pampas allane, curaguara y taapaca

Geomorfología	Vegetación	Fauna	Color	Fondo Escénico	Singularidad	Actuación Humana
Baja	Baja	Alta	Media	Media	Alta	Media
En consecuencia esta unidad posee una Calidad Visual MEDIA						

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Para esta unidad los resultados de Calidad Visual se fundamentan de acuerdo a la siguiente descripción:

Geomorfología:	La morfología de los extensos primeros planos no presentan gran interés, se configura como colinas suaves sin detalles singulares, los cerros del entorno enriquecen el conjunto pero a gran distancia.
Vegetación:	Domina una cobertura homogénea, escasa variedad.
Fauna:	La unidad cuenta con presencia permanente de guanacos y vicuñas, condiciones excepcionales de alcance visual.
Color:	La unidad presenta alguna variedad e intensidad en el contraste de sus colores, los más llamativos son parte del fondo escénico sin embargo se encuentran a gran distancia.
Fondo Escénico	Los elementos del fondo escénico (Taapaca, Tacora y Copatanca) enriquecen moderadamente la visión de conjunto.
Singularidad	El paisaje es característico pero tiene elementos particulares como la presencia permanente de fauna y la morfología de los cerros del entorno.
Actuación Humana	La unidad está afectada parcialmente por actuaciones antrópicas discretas que no restan naturalidad al área como son los caminos.

Tabla 2-121. UP2-2 Fragilidad visual del paisaje
Unidad de paisaje 2: pampas allane, curaguara y taapaca

Biofísicos				Visualización			Singularidad	Visibilidad
Pendiente	Densidad vegetacional	Contraste vegetación	Altura Vegetación	Tamaño de la Cuenca	Forma de la Cuenca	Compacidad	Unicidad	Accesibilidad
Baja	Media	Media	Alta	Baja	Baja	Media	Alta	Alta
En consecuencia esta unidad posee una Fragilidad Visual MEDIA								

Para esta unidad los resultados de Fragilidad Visual se fundamentan de acuerdo a la siguiente descripción:

Factores Biofísicos

Pendientes:	Dominan planos horizontales de visualización
Densidad Vegetacional:	La unidad presenta una cubierta homogénea de herbáceas y subarbustivas.
Contraste Vegetacional:	La unidad no presenta fuertes e interesantes contrastes en la configuración de la vegetación, es más bien homogénea.
Alturas de la Vegetación:	De baja altura homogénea.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Factores de Visualización

Tamaño de la cuenca visual:	Visión de carácter lejano, dominio de planos de visualización en distancias superiores a 2000 metros
Forma de la cuenca visual:	La unidad presenta una cuenca regular, extensa y de gran amplitud.
Compacidad:	Se presentan zonas de menor incidencia visual pero en un porcentaje moderado.
Singularidad	
Unicidad de Paisaje:	Paisaje único, con riqueza de elementos únicos y distintivos como la fauna permanente y la geomorfología del fondo escénico.
Visibilidad	
Accesibilidad Visual:	El paisaje presenta accesibilidad visual alta por configurarse espacialmente con cuencas visuales abiertas.

UNIDAD DE PAISAJE 3: PAMPAS TUNCAPANE Y GUARIPUJO - PARQUE NACIONAL LAUCA

Esta unidad de paisaje se encuentra al interior del Parque Nacional Lauca, se tiene acceso a través de la ruta A-23 en calidad de cuesta a media ladera por la vertiente poniente de los Nevados de Putre. La unidad se desarrolla entre fluvios e interfluvios generando un ritmo entre las características de la vegetación dependiendo las exposiciones y las sucesivas cuencas visuales de similares características.

Los rayos visuales se proyectan con gran amplitud a distancias superiores a los 2000 metros hacia el poniente limitan hacia el oriente con las laderas del cerro Taapaca.

Los principales elementos para la lectura visual del paisaje son:

- El mosaico de vegetación de acuerdo a las condiciones ambientales, variando entre suelo desnudo, llaretas, paja brava y bofedales.
- Dominan las escenas de los Nevados de Putre en sus distintos puntos de vista pero a diferencia de las unidades 1 y 2, pierden protagonismo el volcán Tacora y el cordón montañoso de Copatanca.

Los puntos de observación a los que puede acceder un observador común están asociados a la ruta A-23.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Análisis Descriptivo

a. Características visuales básicas

Color: La unidad presenta coloración de alto contraste en los primeros planos de visualización. Los mayores matices los aportan los primeros planos de visualización en el variado mosaico de vegetación.

Forma: La morfología de la cuenca visual de esta unidad determina un paisaje de gran amplitud y con variaciones moderadas.

Línea: La principal línea corresponde a la ruta A-23

Textura: La rugosidad superficial configura una matriz heterogenea que alterna distintas texturas según el tipo de vegetación.

Configuración espacial o espacio: El espacio es abierto hacia el poniente y limitado por el cerro Taapaca hacia el oriente.

b. Inventario de Recursos Visuales

Los principales recursos visuales de la unidad son:

- Los Nevados de Putre
- Formaciones de llaretas

La presencia de fauna de permanente avistamiento (vicuñas y guanacos)

Fotografía 2-117. UP3 -1 vista desde PO con intervisibilidad hacia la Unidad de Paisaje 1 y 2



Fotografía 2-116. UP3 -2 vista desde PO hacia la Unidad de Paisaje en estudio



Fotografía 2-118. UP3 -4 Contrastes de laderas con llaretas y suelo desnudo



Fotografía 2-119. UP3 -3 elementos que aumentan la calidad visual del área, en primer plano llaretas, al fondo los Nevados de Putre.



Fotografía 2-120. UP3 -6 vista hacia el norponiente de la Unidad de Paisaje en estudio



Fotografía 2-121. UP3 -5 vista hacia el surponiente de la Unidad de Paisaje en estudio



Análisis Cuantitativo

La evaluación de Calidad Visual y Fragilidad Visual está referida a los puntos a los que tiene acceso un observador común.

Tabla 2-122. UP3-1 Calidad visual paisaje
Unidad de paisaje 3: pampas tuncapane y guaripujo - parque nacional lauca

Geomorfología	Vegetación	Fauna	Color	Fondo Escénico	Singularidad	Actuación Humana
Media	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Media
En consecuencia esta unidad posee una Calidad Visual ALTA						

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Para esta unidad los resultados de Calidad Visual se fundamentan de acuerdo a la siguiente descripción:

Geomorfología:	La morfología es interesante pero sin detalles singulares.
Vegetación:	Gran variedad en el mosaico de formaciones vegetales, las que son de gran interés como las Llaretas.
Fauna:	La unidad cuenta con presencia permanente de guanacos y vicuñas, condiciones excepcionales de alcance visual.
Color:	La unidad presenta gran variedad e intensidad en el contraste de sus colores, los más llamativos están asociados a los primeros planos de visualización, en el mosaico vegetacional.
Fondo Escénico	Los elementos del fondo escénico no logran tener influencia en la visión de conjunto.
Singularidad	El paisaje tiene elementos particulares como la presencia permanente de fauna y las formaciones vegetales.
Actuación Humana	La unidad está afectada parcialmente por actuaciones antrópicas discretas que no restan naturalidad al área como es el camino.

Tabla 2-123. UP3-2 Fragilidad visual del paisaje
Unidad de paisaje 2: pampas allane, curaguara y taapaca

Biofísicos				Visualización			Singularidad	Visibilidad
Pendiente	Densidad vegetal	Contraste vegetación	Altura Vegetación	Tamaño de la Cuenca	Forma de la Cuenca	Compacidad	Unicidad	Accesibilidad
Alta	Media	Alta	Alta	Baja	Baja	Baja	Alta	Alta
En consecuencia esta unidad posee una Fragilidad Visual MEDIA								

Para esta unidad los resultados de Fragilidad Visual se fundamentan de acuerdo a la siguiente descripción:

Factores Biofísicos

Pendientes:	Complejo de pendientes en todas direcciones de más del 30%
Densidad Vegetacional:	La unidad presenta una cubierta vegetal discontinua que enriquece el área, con paños homogéneos de vegetación de morfología diversa.
Contraste Vegetacional:	La unidad no presenta fuertes e interesantes contrastes en la configuración de la vegetación.
Alturas de la Vegetación:	Baja altura.

Factores de Visualización

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

- Tamaño de la cuenca visual:** Se considera baja, sin embargo la cercanía con el cerro Taapaca implica dos niveles opuestos de visualización, hacia el poniente visión de carácter lejano, dominio de planos de visualización en distancias superiores a 2000 metros, hacia el oriente dominio de los primeros planos de visualización.
- Forma de la cuenca visual:** La unidad presenta una cuenca regular, extensa y de gran amplitud.
- Compacidad:** Se presentan constantes zonas de menor incidencia visual.
- Singularidad**
- Unicidad de Paisaje:** Paisaje único, con riqueza de elementos únicos y distintivos como las formaciones vegetales, la fauna permanente y la geomorfología del fondo escénico.
- Visibilidad**
- Accesibilidad Visual:** El paisaje presenta accesibilidad visual alta por configurarse espacialmente con cuencas visuales abiertas y el principal recorrido se encuentra a media ladera.

Análisis de visibilidad

Se realizó un recorrido completo del área de intervención principal del proyecto, es decir, área planta y mina, se seleccionaron los principales puntos de observación asociados a las principales rutas desde las cuales un observador común puede tener acceso a las áreas del proyecto. De esta manera se determinaron 6 puntos de observación desde los cuales se analizó la condición de exposición visual del proyecto desde las principales rutas a las que puede tener un observador común.

Tabla 2-124. Coordenadas Puntos de Observación

Punto	ESTE	NORTE	ACCESO VISUAL
PO 1	430.678	8.009.944	NO
PO 2	432.858	8.010.438	SI – TOTAL A GRAN DISTANCIA
PO 3	432.485	8.011.620	SI – TOTAL A GRAN DISTANCIA
PO 4	437.446	8.008.459	NO
PO 5	439.987	8.005.990	NO
PO 6	443.004	7.999.881	NO

De los 6 puntos seleccionados, que son representativos del recorrido de un observador común a través de la ruta A-23, solo dos puntos asociados posiciones particulares de las curvas de la subida hacia Coronel Alcérreca, permiten tener contacto visual con las instalaciones, la visión es de la totalidad del área pero en distancias superiores a 3 km con lo cual la definición de formas es bastante dificultosa siendo muy difícil distinguir detalle de las zonas vistas.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	



Se configuró una imagen síntesis de los resultados de acceso visual en la que se presentan las rutas del área, los puntos de observación, las barreras visuales que impiden el acceso visual y la distancia desde estos puntos al área del proyecto (ver Lámina Análisis de Visibilidad Anexo 2-6b), en el caso de aquellos puntos que si tienen acceso visual al proyecto, PO2 y PO3, la distancia desde el punto de observación supera el límite máximo definido por Steinitz como 2.600 metros, el proyecto desde estos puntos tiene la mínima distancia de 3.200 metros.

2.9.6 Conclusiones

Del análisis del componente paisaje, se puede concluir lo siguiente:

De acuerdo a la similitud o diferencia de las características de visualización y de los elementos constituyentes se identificaron tres Unidades de Paisaje en las áreas que involucra el proyecto, estas son:

- Unidad de Paisaje 1: Área Mina y Caja del Rio Lluta
- Unidad de Paisaje 2: Pampas Allane, Curaguara y Taapaca
- Unidad de Paisaje 3: Pampas Tuncapane y Guaripujo - Parque Nacional Lauca

De las tres unidades de paisaje se puede indicar que:

Unidad de Paisaje 1: Área Mina y Caja del Rio Lluta

Geomorfológicamente se constituye como un hito dentro de las áreas de estudio, la complejidad de la configuración de sus elementos en el análisis desagregado de sus partes lo centran como una de las mas atractivas de las áreas del proyecto, alcanzando un valor de calidad visual Alto.

Sin embargo la fragilidad visual es evaluada como media ya que las condiciones de visualización, vale decir la escasa intervisibilidad con otras cuencas visuales demostrado en el análisis de

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

visibilidad y la complejidad de sus elementos permiten que se realicen intervenciones de carácter sin que se afecte mayormente la calidad visual del conjunto.

Unidad de Paisaje 2: Pampas Allane, Curaguara y Taapaca

La unidad de paisaje 2 no presenta elementos distintivos que le sumen interés desde el punto de vista del paisaje, siendo una unidad extensa en la que el principal aporte a la calidad visual esta dada por el fondo escénico. Calidad y Fragilidad visual Media.

Unidad de Paisaje 3: Pampas Tuncapane y Guaripujo - Parque Nacional Lauca

La unidad de paisaje 3 es de gran interés en toda su extensión, se encuentra al interior del Parque Nacional Lauca, sin embargo las intermitentes zonas de sombra visual le restan fragilidad. Valorándose con Calidad visual Alta y Fragilidad visual media.

2.10 USO DE ELEMENTOS DEL MEDIO AMBIENTE

2.10.1 Instrumentos de Planificación Territorial

Objetivos Generales y Específicos

Este ítem corresponde a la identificación de los Instrumentos de Planificación Territorial (IPT) en el área de estudio del Proyecto “Manganeso Los Pumas”. Se debe generar un cruce de información territorial para identificar si el proyecto está de acuerdo a la descripción del uso del territorio y la existencia de IPT en el área de estudio. Lo anterior según lo indica el Reglamento del SEIA, capítulo 12 artículo f.5: “El uso de los elementos del medio ambiente comprendidos en el área de influencia del proyecto o actividad, que incluirá, entre otros, una descripción del uso del suelo, de su capacidad de uso y clasificación según aptitud, si se encuentra regulado por algún instrumento de planificación territorial o si forma parte de un área bajo protección oficial”.

El objetivo es describir la situación de instrumentos de planificación territorial en el Área de Influencia del Proyecto, y descartar con ello, posibles conflictos de uso del territorio producto de su construcción y operación.

Determinación Área de Influencia

La metodología que se aplica corresponde a la revisión de los IPT que clasifican y regulan el uso del suelo del área de estudio determinada para el proyecto, que en este caso corresponden a:

Plan Regulador de Putre

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Metodología

Se define el área de influencia directa al sector en donde se emplazarán las obras del proyecto, es decir, área de faena, acueducto y caminos.

Resultados y Análisis

Plan Regulador Comunal de Putre

La comuna de Putre tiene un Plan Regulador Comunal (PRC) vigente, el cual se aprobó el año 1987. Posteriormente se elaboró una propuesta de PRC para actualizarlo en el año 2008, denominado Proyecto “*Levantamiento Plan Seccional de Putre y otras Localidades*”, pero no fue admitido a tramitación en el SEIA, por no cumplir con todos los requisitos formales señalados en el Artículo 14 y en el inciso segundo del Artículo 16°, todos del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. La propuesta de actualización del PRC, por medio del Plan Seccional de Putre y otras localidades, incorporaría las seis localidades más importantes de la comuna: Putre, Socoroma, Zapahuira, Chapiquiña, Belén y Ticnamar.

El PRC vigente de Putre determina el Uso de Suelo de acuerdo a la Zonificación, dependiendo de la zona en que se encuentre: Zona U (Área consolidada urbana) o Zona E (Área de Extensión Urbana). La zona donde se desarrollará el Proyecto “Manganeso Los Pumas” no está incluida en la zonificación que determina el Uso de Suelo del PRC. De hecho, existe una distancia lineal de aproximadamente 15 km entre el área en la cual se emplazará la faena minera y el área correspondiente a la zonificación del plano del PRC de Putre.

De acuerdo al plano de Putre, propuesto en el Proyecto “Plan Seccional de Putre y otras localidades”, el área que ocuparán las instalaciones del Proyecto “Manganeso Los Pumas” no está incluida en la Zonificación del PRC actualizado. Por lo tanto, una vez que sea aprobado dicha propuesta, el Proyecto “Manganeso Los Pumas” continuará siendo compatible territorialmente con el Plan Regulador.

A continuación se muestra la ubicación del Proyecto en relación al PRC vigente de Putre.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Figura 2-77. Distancia entre el Proyecto y el PRC de Putre



El Proyecto “Manganeso Los Pumas” es compatible territorialmente con el Plan Regulador Comunal de Putre, ya que no es afectará el PRC vigente, ni tampoco el que se encuentra en elaboración.

Conclusiones

Luego del Análisis de los Instrumentos de Planificación Territorial en el Área de Influencia del Proyecto (PRC Putre), el Proyecto “Manganeso Los Pumas” es compatible territorialmente con el Plan Regulador Comunal de Putre, ya que no se incorpora en el PRC vigente, ni tampoco el que se encuentra en elaboración.

2.10.2 Áreas Protegidas

De acuerdo a la Convención de Diversidad Biológica, las áreas protegidas son superficies geográficamente definidas, reguladas y manejadas para lograr objetivos de conservación

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

específicos¹⁴. Estas áreas se clasifican en Húmedales Ramsar, Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado SNASPE, Santuarios de la Naturaleza y Áreas Silvestres Protegidas Privadas ASPP.

Se denomina Sitios Ramsar a un humedal que es considerado de importancia internacional debido a su riqueza biológica y que sirve de refugio a un número significativo de aves acuáticas migratorias estacionales. Los sitios Ramsar nacieron con la Convención Ramsar, única convención ambiental mundial que trata un ecosistema en particular los humedales.

El Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), el cual fue creado mediante la Ley N° 18.362 de 1984, gestiona aquellos ambientes naturales, tanto terrestres como acuáticos, que el Estado protege y maneja para lograr su conservación. Las categorías de manejo que componen el sistema son:

- Parques Nacionales,
- Reservas Nacionales, y
- Monumentos Nacionales.

Santuario de la Naturaleza es una de las cinco categorías de monumentos nacionales. Se otorga esta protección a *“aquellos sitios terrestres o marinos que ofrezcan posibilidades especiales para el estudio e investigaciones geológicas, paleontológicas, zoológicas, botánicas o de ecología; o que posean formaciones naturales cuya conservación sea de interés para la ciencia o para el Estado.”* Los sitios declarados Santuario de la Naturaleza quedan bajo custodia del Consejo de Monumentos Nacionales. La Ley de Monumentos Nacionales establece que en estos lugares no se permiten actividades industriales.

La Red de Áreas Protegidas Privadas (RAPP) en Chile, es integrada por particulares, fundaciones, ONGs, inmobiliarias, universidades y otros organismos del sector privado; a lo largo del país, quiénes realizan actividades de conservación en áreas silvestres de dominio privado.

Adicionalmente se define Sitios Prioritarios para la conservación de la Biodiversidad como lugares con oportunidad de emprender acciones de protección, privilegiándose aquellos que reúnen características ecosistémicas relevantes junto con consideraciones sociales y culturales, estos abarcan ambientes terrestres, marinos, de aguas dulces e islas, cabe señalar que no es un área protegida, pero si son territorios seleccionados en cumplimiento de la Estrategia de Conservación de Biodiversidad.

Objetivos Generales y Específicos

El objetivo del presente acápite es describir la situación de las distintas clasificaciones de Áreas Protegidas en el Área de Influencia del Proyecto, con el fin de descartar posibles conflictos de uso del territorio.

14 CONAMA, www.conama.cl

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Determinación Área de Influencia

El área de influencia directa, corresponderá al sector donde se emplazarán las obras del proyecto, sin embargo la evaluación de las áreas protegidas, en particular el contraste respecto del área del proyecto, se realizará a nivel regional y comunal según sea pertinente.

Metodología

La metodología que se aplica corresponde a la revisión de la información territorial de cada área protegida, según clasificación, y la relación con la localización espacial del proyecto “Manganeso Los Pumas”, a continuación listado de geodata revisada:

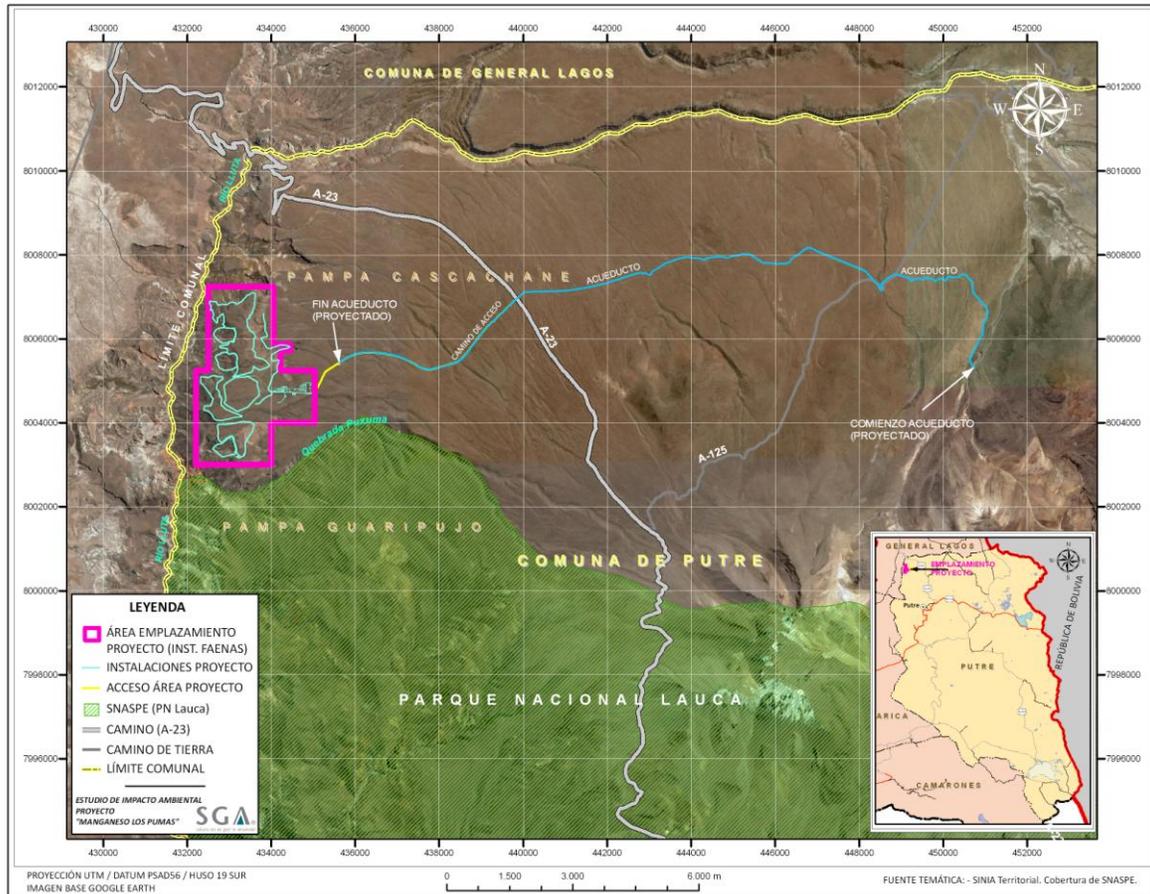
- Humedales Ramsar
- SNASPE
- Santuarios de la Naturaleza
- RAPP
- Sitios Prioritarios para la conservación de la Biodiversidad

Resultados y Análisis

Al localizar espacialmente el proyecto y contrastar con la data geográfica referida a áreas protegidas, se tiene que:

Dentro del Área Influencia Directa del proyecto “Manganeso Los Pumas”, se localiza el Parque Nacional Lauca, ya el proyecto considera el mejoramiento de la ruta A-23, la cual cruza el Parque Nacional Lauca, como se aprecia en la figura siguiente.

Figura 2-78. Áreas Protegidas en el Área del Proyecto



Conclusiones

Dentro del área de influencia directa AID del Proyecto se ubica el área protegida Parque Nacional Lauca.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

2.11 BIBLIOGRAFIA

2.11.1 Ruido y Vibraciones

D.S.146/97 del MINSEGPRES. Norma de Emisión de Ruidos Molestos Generados por Fuentes Fijas.

ISO 9613-2:1996 Acoustics -- Attenuation of sound during propagation outdoors -- Part 2: General method of calculation

Normas de la Comisión Electrotécnica Internacional (International Electrotechnical Commission, IEC Standard), publicaciones Nº 651 "Sonómetros" ("Sound Level Meters"), primera edición de 1979; y Nº 804 "Sonómetros Integradores-promediadores" ("Integrating-averaging Sound Level Meters"), primera edición de 1985.

2.11.2 Geología, Geomorfología y Riesgos naturales

Geología

Charrier, R. y Muñoz, N. (1997). Geología y tectónica del Altiplano Chileno. El Altiplano. Ciencia y conciencia en Los Andes. Actas II Simposio Internacional de Estudios Altiplánicos. Universidad de Chile, Vicerrectoría Académica y Estudiantil. 23- 32 p.

Claire, D. ,L. Audin, D. Comte, H. Tavera and, G. Hérail (2005), Crustal Seismicity And Active Tectonics In The Arica Bend Forearc, 6th Internacional Symposium on Andean Geodynamics- Universidad de Barcelona pag. 206-210

Clavero, J., Sparks, R.S.J.(2005). Geología del Complejo Volcánico Taapaca, Región de Tarapacá, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica, No. 93, 18p., 1 mapa escala 1:50.000. Servicio Nacional de Geología y Minería, Santiago.

García, M. (2001). Evolutionoligo-néogène de l'arc et de l'avant-arc de l'Altiplano (Andes Centrales, Coude d'Arica, 18-19°S). Tectonique, volcanisme, sédimentation, géomorphologie et bilan Érosion-sédimentation. Thèse de Doctorat (Inédito), Université Joseph Fourier, 200 p. Grenoble, France.

García, M.; Gardeweg, M.; Clavero, J.; Hérail, G. (2004). Mapa Geológico de la Hoja Arica, Región de Tarapacá. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica, No. 84, 150 p., 1 mapa escala 1:250.000.

Pinto, L., Hérail, G., Charrier, R., (2004). Sedimentación sintectónica asociada a las estructuras neógenas en el borde occidental del plateau andino en la zona de Moquella (19°15' S, Norte de Chile). Revista Geológica de Chile, v. 31 (1), 19-44

Wörner, G., Hammerschmidt, K., Henjes-Kunst, F., Lezaun, J., Wilke, H.(2000). Geochronology (Ar–Ar, K–Ar and He-exposure ages) of Cenozoic magmatic rocks from northern Chile (18– 22°S):

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

implications for magmatism and tectonic evolution of the central Andes. *Revista Geológica de Chile* 27 (2), 205.

Geomorfología

Araña, V. y López, J. (1974). *Volcanismo, Dinámica y Petrología de sus productos*. Colección "Colegio Universitario". Ediciones Istmo. Madrid, España. 481 pp.

Borgel, R. (1983). *Geomorfología*. Colección Geografía de Chile. Instituto Geográfico Militar, Santiago, Chile.

Clavero, J.; Sparks, R.; Pringle, M.; Polanco, E.; Gardeweg, M. (2004). Evolution and volcanic hazard of Taapaca Volcanic Complex, Central Andes of Northern Chile. *J. Geol. Soc. London* 161, 603-618.

Seyfried, H.; Worrier, G.; Uhlig, D.; Kohler, L; Calvo, C. (1998). *Introducción a la geología y morfología de los Andes en el norte de Chile*. Chungara volumen 30, N° 1, Páginas 7-39. Universidad de Tarapacá. Arica, Chile.

Tricart, J. y Cailleux, A. (1969). *Traité de Geomorphologie*. Vol. IV. Le modelé des régions seches. Paris, Francia.

Riesgos naturales

Ayala-Carcedo, Francisco (1993). Estrategias para la reducción de desastres naturales, *Investigación y Ciencia* 200: 6-13.

Chlieh, M.; de Chabaliier, J. B.; Ruegg, J. C.; Armijo, R.; Campos, J. (2002). The Loading and Relaxation Processes In Northern Chile Seismic Gap Seen From GPS and Sar. *EGS XXVII General Assembly, Nice*, 21-26.

Chlieh, M.; De Chabaliier, J. B.; Ruegg, J. C.; Armijo, R.; Dmowska, R.; Campos, J.; Feigl, K. L. (2004). Crustal deformation and fault slip during the seismic cycle in the North Chile subduction zone, from GPS and InSAR observations. *Geophysical Journal International*, 158, 695–711

Clavero, J., Sparks, R., Pringle, M., Polanco, E., Gardeweg, M. (2004). Evolution and volcanic hazard of Taapaca Volcanic Complex, Central Andes of Northern Chile. *J. Geol. Soc. London* 161, 603-618.

DeMets, C.; Gordon, R.G.; Argus, D.F.; Stein, S. (1994). Effect of recent revisions to the geomagnetic reversal time scale on estimates of current plate motions, *Geophysical Research Lett.*, 21, 2191–2194.

DGA (1986). *Mapa Hidrogeológico de Chile*. Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas. Santiago, Chile.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

DGA (2004). Cuenca del Río Lluta. Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad. Cade-Idepe Consultores. Santiago, Chile.

Ferrando, F. (1993). Plan Regional de Prevención de Situaciones de Riesgo del Sector Piedmont y Precordillera Andina de la Región Metropolitana: Diagnóstico, Análisis y Propuestas, Informe Técnico a la Secretaría Regional Ministerial de Planificación y Coordinación de la Región Metropolitana, MIDEPLAN, 226 pp., mapas, fig.

Garreaud, R.; Vuille, M.; Clements, A. (2003). The climate of the Altiplano: Observed current conditions and past change mechanisms. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 3054, 1-18.

Huggett, R. (2007). *Fundamentals of Geomorphology*. 2nd edition, 466 p. Routledge, London.

Kulikov, E.; Rabinovich, A.; Thomson, R. (2005). Estimation of Tsunami Risk for the Coasts of Peru and Northern Chile. *Natural Hazards* 35, 185–209.

López, D. y Williams, S. (1993). Catastrophic volcanic collapse: relation to hydrothermal processes. *Science*, 260, 1794–1796.

Lohnert, E. (1999). Chemical variations of sanidine megacryst and its implications on the pre-eruptive evolution of the Taapaca volcano in North Chile: electron microprobe and Sr-isotope studies. Thesis, Universität Göttingen, Germany.

Lomnitz, C. (1970). Major earthquakes and tsunamis in Chile during the period 1535 to 1955, *Geolog. Rundsch.* 59, 938–960.

Onemi (2002). Plan nacional de protección civil, Decreto 156. Santiago, Chile.

Norambuena, E.; Leffer-Griffin, I.; Mao, A.; Dixon, T.; Stein, S.; Sacks, S.; Ocola, L.; Ellis, M. (1998). Space geodetic observations of nazca-south america convergence across the central andes. *Science*, vol. 279, p. 358-362.

Salas, R.; Kast, R.; Montecinos, F.; Salas, I. (1966). Geología y recursos minerales del Departamento de Arica, Provincia de Tarapacá. *Instituto de Investigaciones Geológicas Bulletin*, 21, 1–130.

Sepúlveda, S., Rebolledo, S. y Vargas, G. (2006). Recent catastrophic debris flows in Chile: geological hazard, climatic relationships and human response. *Quaternary International*, 158:83–95.

Wörner, G.; Hammerschmidt, K.; Henjes-Kunst, F.; Lzaun, J.; Wilke, H. (2000). Geochronology ($^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$, K–Ar and He-exposure ages) of Cenozoic magmatic rocks from northern Chile (18–228S): implications for magmatism and tectonic evolution of the central Andes. *Revista Geológica de Chile*, 27, 205–240.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

2.11.3 Hidrología e Hidrogeología

AQUACONSULT (2010). Informe Hidrogeología. Caracterización Hidrogeología Área Proyecto. Anexo E: DIA Proyecto Los Pumas, 73 pp.

AQUACONSULT (2010b). Calidad de Agua Superficial. Anexo C. DIA Proyecto Los Pumas, 4 pp.

DGA-PUC (2008). Levantamiento hidrogeológico para el desarrollo de nuevas fuentes de agua en áreas prioritarias de la zona norte de Chile, Regiones XV, I, II y III. Etapa 1: Informe Final Parte III. Hidrología Regional del Altiplano de Chile, S.I.T. N° 157, 399 pp.

DICTUC-DGA (2008). Evaluación preliminar de alternativas de mitigación de contaminantes en el río Lluta a partir de una caracterización de las fuentes de contaminación. Departamento de Estudios y Planificación. S.I.T. N° 153, 203 pp.

DICTUC-DGA (2009). Estudio de calidad de aguas cuenca del río Lluta. Departamento de Conservación y Protección del Recursos Hídricos. S.I.T. N° 173, 47 pp.

GARCÍA, M.; HÉRAIL, G.; CHARRIER, R. 1999. Age and structure of the Oxaya anticline: a major feature of the Miocene compressive structures of northernmost Chile. In Proceedings of the International Symposium of Andean Geodynamics (ISAG), No. 4, p. 249-252. Goettingen.

SERNAGEOMIN, 2004. Hoja Arica, Region de Tarapaca, Escala 1:250.000. N° Mapa:M57.

SEYFRIED, H., G. WORRIER, D. UHLIG, I. KOHLER, C. CALVO. 1998. Introducción a la Geología y Morfología de los Andes en el Norte de Chile. Chungará (Arica) v.30 n.1. pág. 7-39.

2.11.4 Uso y Calidad del Suelo

Luzio, W; Noranbuena, P.; Casanova, M; y W. Vera. 2002. Génesis y Propiedades de Algunos Suelos del Altiplano de Chile. Revista Suelos y Nutrición Vegetal. Volumen 2, N° 1. 35-52.

FAO/IIASA. 2009. Base de Datos Mundial de Suelos Harmonizada (HWDB). Version 1.1.

US-NRCS. 2006. Claves para la Taxonomía de Suelos. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Servicio de Conservación de Recursos Naturales. Decima Edición. 330 p.

CONAF. 1998. Plan de Manejo Reserva Nacional Las Vicuñas. Documento de Trabajo N° 296. Corporación Nacional Forestal de la I Región de Tarapacá. Ministerio de Agricultura. Iquique.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

2.11.5 Flora y vegetación

ALDUNATE C, J ARMESTO, V CASTRO & C VILLAGRÁN (1981) Estudio etnobotánico en una comunidad precordillerana de Antofagasta: Toconce. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 38: 183-223.

ARROYO M T K, C CASTOR, C MARTICORENA, M MUÑOZ, L CAVIERES, O MATTHEI, F SQUEO, M GROSJEAN & R RODRÍGUEZ (1998). The flora of Lullailaco National Park located in the transitional winter-summer rainfall area of the northern Chilean Andes. Gayana Botanica 55: 93-110.

ARROYO MT KALIN, F SQUEO, J J ARMESTO & C VILLAGRÁN (1988) Effects of aridity on plant diversity in the northern Chilean Andes: results of a natural experiment. Annals of the Missouri Botanical Garden 75:55-78.

ARROYO, M T KALIN, C VILLAGRÁN, C MARTICORENA, & J ARMESTO (1982) Flora y relaciones biogeográficas en los Andes del norte de Chile. (18-19°S). En: Veloso A & Bustos E (Eds.): El ambiente natural y las poblaciones humanas de los Andes del norte de Chile (Arica, Lat. 18°28'S). Vol. 1. Rostlac, Montevideo: 71-92.

BAEZA M, E BARRERA, J FLORES, C RAMÍREZ & R RODRÍGUEZ 1998 Categorías de conservación de Pteridophyta nativas de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 47: 23-46.

BELMONTE E, L FAÚNDEZ, J FLORES, A E HOFFMANN, M. MUÑOZ & S TEILLIER (1998). Categorías de conservación de cactáceas nativas de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 47: 69-89.

CABRERA A & A WILLINK (1973) Biogeografía de América Latina (OEA) Washington.

CABRERA, A. (1957): La vegetación de la República Argentina. VI La vegetación de la Puna Argentina. Rev. Invest. Agric. 11(4): 317-412.

CONAMA (2005-2008): <http://www.conama.cl/clasificacionespecies/> (visitado: julio-2011)

DI CASTRI F & E HAJEK (1976) Bioclimatología de Chile. Imprenta Editorial Universidad Católica, Santiago.

ETIENNE M & C PRADO (1982) Descripción de la vegetación mediante la cartografía de la ocupación de tierras. Conceptos y manual de uso práctico. Rev. Ciencias Agrícolas, 10. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales. 120 pp.

FUENZALIDA H (1965) Clima, en CORFO: Geografía económica de Chile. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. 228-267.

GAJARDO R (1994) La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria. Santiago de Chile.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

HOFFMANN, A E & A. FLORES.1989. El estado de conservación de las plantas suculentas chilenas: una evaluación preliminar. En: I. Benoit Ed. Libro rojo de la flora terrestre de Chile. 111-127.

HOFFMANN, A E. 1989. Sinopsis taxonómica de las geófitas monocotiledóneas chilenas y su estado de conservación. En: I. Benoit Ed. Libro rojo de la flora terrestre de Chile.147-157.

LUEBERT, F. & R. GAJARDO (2005): Vegetación altoandina de Parinacota, norte de Chile y una sinopsis de la vegetación de la Puna meridional. Phytocoenologia 35 (1): 79-128.

LUEBERT F & P PLISCOFF (2006) Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria. 307 pp.

MARTICORENA C & M QUEZADA (1985) Catálogo de la flora vascular de Chile. Gayana Botánica 42 (1-2): 1-157.

MARTICORENA C (1990) Contribución a la estadística de la flora vascular de Chile. Gayana Botanica 47 (3-4): 85-113.

MARTICORENA C, O MATTHEI, R RODRIGUEZ, M K ARROYO, M MUÑOZ, F SQUEO & G ARANCIO (1998). Catálogo de la flora vascular de la Segunda Región (Región de Antofagasta, II), Chile. Gayana Bot. 55: 25-83.

MUÑOZ, M; H. NÚÑEZ & J. YÁÑEZ (Eds.) 1998. Libro rojo de los sitios prioritarios para la conservación de la diversidad biológica en Chile. Ministerio de Agricultura-CONAF. 203 pp.

NAVARRO G (1993) Vegetación de Bolivia: el Altiplano meridional. Rivasgodaya 7: 69-98.

RIVAS-MARTINEZ S & O TOVAR (1982) Vegetatio andinae I. Datos sobre las comunidades vegetales altoandinas de los Andes centrales del Perú. Lazaroa 4: 167-187.

RODRIGUEZ, R. 1989. Pteridophyta de Chile continental amenazados de extinción. En: I. Benoit Ed.: Libro rojo de la flora terrestre de Chile. 129-146.

RUTHSATZ B (1977) Pflanzengesellschaften und ihre Lebensbedingungen in den Andinen Halbwüsten Norwest-Argentinens. Dissertationes Botanicae 39: 1-168.

SCHMITHÜSEN J (1956). Die raunmliche Ordnung der chilenischen Vegetation. Bonner Geographische Abhandlungen 17: 1-86.

TEILLIER, S. 1998. Flora y vegetación alto-andina del área de Collaguasi-Salar de Coposa, Andes del norte de Chile. Rev. Chil. Hist. Nat. 71: 313-329.

UDVARDY, M D F 1975. A classification of the biogeographic provinces of the world. IUCN Occasional Paper 18: 1-49.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

VILLAGRÁN C, J ARMESTO & M T KALIN ARROYO (1981) Vegetation in a high Andean transect between Turi and cerro León in northern Chile. *Vegetatio* 48: 3-16.

VILLAGRÁN C, M T KALIN ARROYO & C MARTICORENA (1983) Efectos de la desertización en la distribución de la flora andina de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*. 56 (2) 137-157.

VILLAGRÁN C, V. CASTRO (2003) *Ciencia indígena de los Andes del norte de Chile*. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. 362 pp.

VILLAGRÁN, C; M T. KALIN-ARROYO & J. ARMESTO. 1982. La vegetación de un transecto altitudinal en los Andes del norte de Chile (18-19°LS). En: Veloso A & Bustos E (Eds.): *El ambiente natural y las Poblaciones Humanas de los Andes del norte de Chile (Arica, Lat. 18°28'S)*. Vol. 1. Rostlac, Montevideo: 13-69.

ZULOAGA A, O MORRONE & M J BELGRANO (Editores, 2008) *Catálogo de la flora vascular del cono sur. Base de datos asociada en INTERNET*: <http://www.darwin.edu.ar/Proyectos/FloraArgentina/FA.asp> (Consultada hasta 07/2011).

2.11.6 Fauna

Ruta A-23

General

Di Castri, F. 1968. Equisse écologique du Chili. *Biologie de l' Amerique australe*. En: Debouteville CI & Rapaport (eds) Editions du centre national de la Recherche Scientifique. Paris, IV: 7-52.

Gajardo, R. 1994. *La Vegetación Natural de Chile: clasificación y distribución geográfica*. Editorial Universitaria, Santiago.

Jaksic F., Marquet P. & González H. 1997. Una perspectiva ecológica sobre el uso del agua en el norte grande: la región de Tarapacá como estudio de caso. Trabajo presentado en seminario "Minería y uso de agua de Chile", efectuado en el Centro de Estudios Públicos el 3 de junio de 1997. *Estudios Públicos*, 68 (primavera 1997).

Reptiles

Benavides E, Baum R, McClellan D & Sites JW (2007). Molecular Phylogenetics of the Lizard Genus *Microlophus* (Squamata:Tropiduridae): Aligning and Retrieving Indel Signal from Nuclear Introns. *Systematic Biology* 56 (5): 776-797.

Donoso-Barros, R. (1966). *Reptiles de Chile*. Ediciones Universidad de Chile. Santiago.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Donoso-Barros, R. (1970). Catálogo Herpetológico Chileno. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile 31: 49-124.

Farina, J.M., M. Sepúlveda, M.V. Reyna, K.P. Wallem y P.G. Ossa-Zazzali. 2008. Geographical variation in the use of intertidal rocky shores by the lizard *Microlophus atacamensis* in relation to changes in terrestrial productivity along the Atacama Desert coast. *Journal of Animal Ecology*. 77, 458-468.

Nuñez, H. (1991). Geographical data of Chilean Lizards and Snakes in the Museo Nacional de Historia Natural de Chile. *Smithsonian Herpetological Information Service* 91: 1-29.

Nuñez, H. & Jaksic, F. (1992). Lista comentada de los Reptiles Terrestres de Chile Continental. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile* 43: 63-91.

Nuñez, H. ; Maldonado, V. & Pérez, R. 1997. Reunión de trabajo con especialistas en herpetología para categorización de especies según estado de conservación. *Noticiario Mensual del Museo Nacional de Historia Natural de Chile* 329: 12-19.

Valencia, J. & Veloso, A. (1981). Zoogeografía de los Saurios de Chile, proposiciones para un esquema ecológico de distribución. *Medio ambiente* 5 (1-2): 5-14.

Veloso, A. & Navarro, J. (1988). Lista sistemática y distribución geográfica de Anfibios y Reptiles de Chile. *Bolletinodel Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino* 6: 481-539.

Victoriano, P., F. Torres-Pérez, J.C. Ortiz, L. Parra, I. Northland y J. Capetillo. 2003. Variación aloenzimática y parentesco evolutivo en especies de *Microlophus* del grupo “*peruvianus*” (Squamata: Tropicuridae). *Revista Chilena de Historia Natural*. 76: 65-78.

Aves

Araya, B. (1982,1985). Lista patrón de las Aves Chilenas. Instituto de Oceanología. Universidad de Valparaíso, Publicaciones ocasionales 1 y 3.

Araya, B. Millie, G. (1988). Guía de campo de las Aves de Chile. Editorial Universitaria, Santiago.

Araya, B., Chester, S. & Bernal, M. (1993). *The Birds of Chile. A field guide*. B & B. Santiago.

Araya, B, M. Bernal, R. Schlatter y M. Sallaberry. 1995. Lista patrón de las aves chilenas. Tercera edición, Edición de los autores, Santiago, 35pp.

Canevari, P., G. Castro, M. Sallaberry & L. G. Naranjo. 2001. Guía de los Chorlos y Playeros de la Región Neotropical. American Bird Conservancy, WWF-US, Humedales para las Américas y Manomet Conservation Science, Asociación Calidris. Santiago de Cali, Colombia.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Estades CF, Aguirre J, Escobar M, Tomasevic J, Vukasovic MA & Tala C. (2007). Conservation status of the Chilean woodstar *Eulidia yarrellii*. Bird Conservation Internacional (17): 163-175).

Goodall, J.D., Johnson, A.W. & Philippi, R.A.. (1946, 1951). Las Aves de Chile. Vol. I y II. Platt Establecimientos Gráficos S.A., Buenos Aires.

Goodall, J.D., Johnson, A.W. & Philippi, R.A. (1957). Suplemento de las Aves de Chile. Platt Establecimientos Gráficos S.A., Buenos Aires.

Goodall, J.D, Johnson, A.W. & Philippi, R.A. (1964). Suplemento de las Aves de Chile. Platt Establecimientos Gráficos S.A., Buenos Aires.

Hellmayr, C.E. (1932). The Birds of Chile. Field Museum of Natural History, Publication 308, Zoological series XIX.

Johnson, A.W. (1965,1967). The Birds of Chile and adjacent regions of Argentina, Bolivia and Peru. Vol. 1 y 2. Platt Establecimientos Gráficos S.A., Buenos Aires.

Johnson, A.W. (1972). Supplement to the Birds of Chile and adjacent regions of Argentina, Bolivia and Peru. Platt Establecimientos Gráficos S.A., Buenos Aires.

Lazo, I. y E. Silva. 1993. Diagnóstico de la ornitología en Chile y recopilación de la literatura científica publicada desde 1970 a 1992. Revista Chilena de Historia Natural 66:103-118.

Philippi, R.A. (1964). Catálogo de las Aves Chilenas con su distribución geográfica. Investigaciones zoológicas Chilenas 11: 1-79.

Rottman, J. (1995). Guía de identificación de Aves de ambientes acuáticos. UNORCH, 80 p.

Mamíferos

Anderson, S. 1997. Mammals of Bolivia, taxonomy and distribution. Bulletin of the American Museum of Natural History 231:1-652.

Campos, H. (1986). Mamíferos Terrestres de Chile. Marisa Cuneo Ediciones. Valdivia, Chile.

Mann, G. (1978). Los pequeños Mamíferos de Chile. Gayana, Zoología 40: 1-342.

Miller, S.D. & Rottman, J. (1976). Guía para el reconocimiento de Mamíferos Chilenos. Editorial Gabriela Mistral, Santiago.

Muñoz - Pedreros & J Yáñez (2000) Mamíferos de Chile. CEA ediciones. Valdivia, Chile. 464 p.

Osgood, W.H. (1943). The Mammals of Chile. Field Museum of Natural History, zoology series 30: 1-268.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Pine, R. H., S. D. Miller y M. L. Schamberger. 1979. Contributions to the mammalogy of Chile. *Mammalia*, 43:339-376.

Rau, J. (1982). Situación de la bibliografía e información relativa a mamíferos Chilenos. Publicación ocasional, Museo Nacional de Historia Natural, Chile 38: 29-51.

Spotorno A, Valladares JP, Marin JC, Palma RE & Zuleta C. 2004. Molecular divergence and phylogenetic relationships of chinchillids (rodentia: chinchillidae). *Journal of Mammalogy* 85(3).

Tamayo, M. & Frassinetti, D. (1980). Catálogo de los mamíferos fósiles y vivientes de Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile* 37: 323-399.

Camino de acceso y Acueducto

Artigas, J.N. 1975. Introducción al estudio por computación de las áreas zoogeográficas de Chile continental basado en la distribución de 903 especies animales terrestres. *Gayana, Miscelánea* 4:1-25.

Cei, J. M. 1962. *Batracios de Chile*. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago.

CONAMA. 1994. *Manual de evaluación de impacto ambiental: conceptos y antecedentes básicos*. Comisión Nacional del Medio Ambiente, Santiago.

CONAMA. 1996. *Metodologías para la caracterización de la calidad ambiental*. CONAMA-TESAM, Santiago, 242 pp.

CONAMA. 1995. *Síntesis del Diagnóstico y Plan de Acción Nacional para la Biodiversidad en Chile*. Comisión Nacional del Medio Ambiente, Santiago.

CONAMA. 2003. *Estrategia Nacional de Biodiversidad*. Comisión Nacional del Medio Ambiente, Santiago, 21pp.

del Hoyo, J., A. Elliott y J. Sargatal (eds). 1992. *Handbook of the birds of the world*. Vol. 1. Ostrich to Ducks. Lynx Edicions, Barcelona, 696pp.

del Hoyo, J., A. Elliott y J. Sargatal (eds). 1994. *Handbook of the birds of the world*. Vol. 2. New World Vultures to Guinea fowl. Lynx Edicions, Barcelona, 634pp.

del Hoyo, J., A. Elliott y J. Sargatal (eds). 1996. *Handbook of the birds of the world*. Vol. 3. Hoatzin to Auks. Lynx Edicions, Barcelona, 821pp.

Donoso-Barros, R. 1966. *Reptiles de Chile*. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago, 458 + CXLVI pp.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Goodall, J.D., A.W. Johnson y R.A. Philippi-B. 1946. Las aves de Chile. Tomo I. Platt Establecimientos Gráficos S.A., Buenos Aires, 358 pp.

Goodall, J.D., A.W. Johnson y R.A. Philippi-B. 1951. Las aves de Chile. Tomo II. Platt Establecimientos Gráficos S.A., Buenos Aires, 445 pp.

Jaksic, F. M. 1996. Ecología de los vertebrados de Chile. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, 262 pp.

Jaksic, F.M., J.C. Torres-Mura, C. Cornelius y P. Marquet. 1999. Small mammals of the Atacama Desert (Chile). *Journal of Arid Environments* 42: 129-135.

Johnson, A.W. 1972. Supplement to the birds of Chile and adjacent regions of Argentina, Bolivia, and Peru. Platt Establecimientos Gráficos, Buenos Aires, 116 pp.

Lazo, I. y E. Silva. 1993. Diagnóstico de la ornitología en Chile y recopilación de la literatura científica publicada desde 1970 a 1992. *Revista Chilena de Historia Natural* 66:103-118.

Mann, G. 1960. Regiones biogeográficas de Chile. *Investigaciones Zoológicas Chilenas* 6:15-49.

Mann G. 1978. Los pequeños mamíferos de Chile. *Gayana, Zoología* 40:1-342.

Miller, S. y J. Rottmann. 1976. Guía para el reconocimiento de Mamíferos chilenos. Serie Expedición a Chile, Editorial G. Mistral, Santiago, 200 pp.

Muñoz A. y J. Yáñez (eds.). 2009. Mamíferos de Chile. Segunda Edición. CEA Ediciones, Valdivia, 571 pp.

Núñez, H. y F. Jaksic. 1992. Lista comentada de los reptiles terrestres de Chile continental. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile* 43:63- 91.

Osgood W H (1943). The mammals of Chile. *Field Museum Natural History, Zoological Series* 30:1-268.

Peters, J.A., y R. Donoso-Barros. 1986. Catalogue of the Neotropical Squamata. Smithsonian Institution Press, Washington, 293pp.

Redford, K.H. y J. Eisenberg. 1992. Mammals of the Neotropics. Vol. 2: The Southern Cone. The University of Chicago Press, Chicago, 430pp.

Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). 2008. Legislación sobre fauna silvestre.

La Ley de Caza y su Reglamento. División de Protección de los Recursos Naturales Renovables, SAG, Santiago, 84pp.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Spotorno A. E., J. P. Valladares, J. C. Marin, R. E. Palma y C. Zuleta. 2004. Molecular divergence and phylogenetic relationships of chinchillids (Rodentia: Chinchillidae). *Journal of Mammalogy* 85: 384-388.

Stotz, D., J. Fitzpatrick, T. Parker III, y D. Moskovits. 1997. *Neotropical Birds, ecology and conservation*. The University of Chicago Press, Chicago, 478pp.

Tamayo M y D Frassinetti. 1980. Catálogo de los mamíferos fósiles y vivientes de Chile. *Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile* 37:323-399.

Torres-Mura, J.C. 1991. Aves amenazadas de extinción conservadas en la Colección del Museo Nacional de Historia Natural. *Noticiario Mensual Mus. Nac. Hist. Nat. (Chile)*, 318:7-15.

Torres-Mura, J. C. 1994. Fauna terrestre de Chile. En *Perfil Ambiental de Chile*. Comisión Nacional del Medio Ambiente, Santiago.

Veloso A. y J. Navarro. 1988. Lista sistemática y distribución geográfica de anfibios y reptiles de Chile. *Bollettino del Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino* 6:481-539.

Vidal, M., y A. Labra (Eds.). 2008. *Herpetología de Chile*. Science Verlag, Santiago, 593 pp.

Área faena

CEE - UNIVERSIDAD DE CHILE, (1999) Diagnóstico redefinición cobertura actual del SNASPE I Región Provincia de Parinacota: Informe Final. Tarapacá 300pp.

CEI, JM (1962) *Batracios de Chile*. Ediciones de la Universidad de Chile. Santiago, Chile. 128 pp.

DONOSO-BARROS, R (1966) *Reptiles de Chile*. Ediciones Universidad de Chile, Santiago. 458 pp.

GAJARDO, R (1994) *La Vegetación Natural de Chile. Clasificación y Distribución Geográfica*. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 165pp.

GLADE, A (1993) *Libro rojo de los vertebrados terrestres de Chile*. Corporación Nacional Forestal. Segunda Edición 65pp.

IRIARTE A (2008) *Mamíferos de Chile*. Lynx Edicions. Barcelona, España. 420 pp.

JARAMILLO, A (2003) *Birds of Chile*. Princeton University Press. New Jersey, USA. 240pp.

MARQUET, PA, F BOZINOVIC, GA BRADSHAW, CC CORNELIUS, H GONZÁLEZ, JR GUTIÉRREZ, ER HAJEK, JA LAGOS, F LÓPEZ-CORTÉS, L NÚÑEZ, EF ROSELLO, C SANTORO, H SAMANIEGO, VG STANDEN, JC TORRES-MURA & FM JAKSIC (1998) Los ecosistemas del desierto de Atacama y área andina adyacente en el norte de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 71: 593-617.

MORENO R, MORENO J, TORRES-PEREZ F, ORTIZ JC & BRESKOVIC A (2001) *Catálogo herpetológico del Museo del Mar de la Universidad Arturo Prat de Iquique, Chile*. *Gayana* 65 (2):149-153.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

QUINTANILLA, V (1983) Biogeografía de Chile. Vol. III. Colección Geografía de Chile. Santiago de Chile: Instituto Geográfico Militar.

MUÑOZ-PEDREROS A & JL YAÑEZ (2000) Mamíferos de Chile. Ediciones CEA, Valdivia Chile. 464pp.

REPÚBLICA DE CHILE (2005) Reglamento para la clasificación de especies silvestres. Decreto Supremo No. 75 De 2005, Ministerio Secretaría General De La Presidencia De La Republica (Do 11.05.2005)

REPÚBLICA DE CHILE (2007) Clasificación de especies según conservación. Decreto Supremo 151/06. Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Santiago, Chile. Diario oficial de la República de Chile 38.722: 10.

REPÚBLICA DE CHILE (2008) Clasificación de especies según estado de conservación. Decreto Supremo 50/08. Segundo proceso. Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Santiago, Chile. Diario oficial de la República de Chile.

REPÚBLICA DE CHILE (2008) Clasificación de especies según estado de conservación. Decreto Supremo 51/08. Tercer proceso. Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Santiago, Chile. Diario oficial de la República de Chile.

SAG (2000) Reglamento de la Ley de Caza, DS N° 5/98. Servicio Agrícola y Ganadero. Dpto. de Protección de los Recursos Naturales Renovables Ministerio de Agricultura, Chile. 84pp.

2.11.7 Medio Humano y Construido

Medio Humano

Censo de Población y Vivienda (INE, 1992- 2002), Mapa Interactivo.

http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/censos_poblacion_vivienda/censo_pobl_vivi.php

CONAMA. (2006). Guía de Criterios para Evaluar la Alteración Significativa de los Sistemas de Vida y Costumbres de Grupos Humanos en Proyectos o Actividades que Ingresan al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), Santiago-Chile.

Instituto Nacional de Estadística (INE, 2005), Chile. Ciudades, Pueblos, Aldeas y Caseríos.

Instituto Nacional de Estadística (INE), Información Localidades.

Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional, CASEN (2003, 2006 y 2009). MIDEPLAN <http://www.mideplan.cl/casen/index.html>

Ilustre Municipalidad de Arica Secretaría de Planificación Comunal, SECPLAC, Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO,)

Ilustre Municipalidad de Putre, Secretaría de Planificación Comunal, Secplac, Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO)

Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Indicadores Urbanos (2002-2006-2008), <http://www.observatoriourbano.cl>

Servicio de Salud de Arica, Estadísticas de Salud: Población Inscrita por Comuna.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Reporte Comunal Arica, (Abril 2008), Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, Reporte Estadístico Comunal, Sistema Integrado de Información Territorial, <http://siit.bcn.cl/siit/ui/pages/Statistics.aspx>

Reporte Comunal Putre, (Abril 2008), Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, Reporte Estadístico Comunal, Sistema Integrado de Información Territorial, <http://siit.bcn.cl/siit/ui/pages/Statistics.aspx>

Sistema Nacional de Información Municipal, (2001-2009), <http://sinim.gov.cl/indicadores/>

Estrategia Regional de Desarrollo de Arica-Parinacota 2007-2012

Plan Regional de Desarrollo Urbano

Página web www.serindigena.cl

Informe Comisión Visión Histórica y Nuevo Trato

Medio Construido

Ilustre Municipalidad de Putre, www.imputre.cl

Instituto Nacional de Estadísticas de Chile INE, www.ine.cl.

Dirección General de Aeronáutica Civil, www.dgac.cl

Instituto Nacional de Estadísticas de Chile INE, Informe Anual Transporte y Comunicaciones 2008.

Dirección Vialidad, Red Vial Nacional, Dimensionamientos y características, diciembre 2007.

Ministerio de Obras Públicas MOP, Mapas Red Vial, www.mapas.mop.cl

Carabineros de Chile, www.carabineros.cl

Policía de Investigaciones, www.investigaciones.cl

Comisión Nacional de Energía CNE, www.cne.cl

Bomberos de Chile, www.bomberos.cl

Ministerio Nacional de Salud MINSAL.

Superintendencia de Servicios Sanitarios SISS, Informe anual de coberturas urbanas de servicios sanitarios 2008.

Plan Nacional de Censos de la Dirección de Vialidad MOP (www.vialidad.cl)

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

2.11.8 Patrimonio Cultural

Arqueología

Ajata, R. 2010. *Evaluación arqueológica de circuitos turísticos en la zona precordillerana de Putre (Consultora SODCAI E.I.R.L.)*. Manuscrito en Gobierno Regional de Arica y Parinacota.

Aldenderfer, M. 1998. *Montane Foragers Asana and the South Central Andean Archaic*. University of Iowa Press.

Aldenderfer, M. 1999. An Archaeological Perspective on the Human Use of Cold Montane Environments in Andean South America. *Revista de Arqueología Americana* 17-18-19: 75-96.

Dauelsberg, P. 1983. Tojo-Tojone: un paradero de cazadores arcaicos (Características y secuencias). *Chungara* 11:11-30.

Infracon 2010. *Diagnóstico del estado de situación del QhapaqÑan en Chile, componente de registros*. Informe descriptivo de caminos y sitios QhapaqÑan en Chile. Manuscrito.

Llanos. A.J., R. Alanos; R.A. Riquelme, E.A. Herrera, G. Ebensperger, B. Krause, R.V. Reyes, E.M. Sanhueza, V.M. Pulgar, C. Behn, G. Cabello, J.T. Parer, D.A. Giussani, C.E. Blanco, M.A. Hanson 2007. Evolving in thin air—Lessons from the llama fetus in the altiplano. *Respiratory Physiology & Neurobiology* 158: 298-306.

Marquet, P; F. Bozinovic, G. Bradshaw, C. Cornelius, H. González, J. Gutiérrez, E. Hajek; J. Lagos, F. López-Cortes, L. Núñez, E. Rosselló, C. Santoro, H. Samaniego, V. Standen; J. Torres-Mura y F. Jaksic 1998. Los ecosistemas del desierto de Atacama y área andina adyacente en el norte de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 71: 593-617.

M&MA 2010. Informe biológico Proyecto Los Pumas.

Núñez, L. y C. Santoro 1988. Cazadores de la Puna Seca y Salada del Área Centro Sur Andina (Norte de Chile). *Estudios Atacameños* 9: 11-60.

Núñez, L. y C. Santoro 1989. Primeros Poblamientos en el Cono Sur de América (XII-IX milenio AP). *Revista Arqueología Americana* 1:91-139.

Reinhard, J. 2002. A high altitude archaeological survey in Northern Chile. *Chungara* 34: 85-99.

Romero, A y R. Ajata 2006. *Catastro de Inmuebles de valor cultural para los pueblos originarios de las Provincias de Arica y Parinacota*. Manuscrito en Corporación Nacional de Desarrollo Indígena de Arica y Parinacota.

Santoro, C. 1989. Antiguos Cazadores de la Puna (9000 a 6000 a.C.). En *Culturas de Chile. Prehistoria. Desde sus orígenes hasta los albores de la conquista*, editado por J. Hidalgo, V. Schiappacasse, C. Aldunate e I. Solimano, pp.33-55. Editorial Andrés Bello, Santiago.

Santoro, C. 1991. Evaluación de paleoambientes holocénicos y adaptación de sociedades de cazadores recolectores Área Centro Sur Andina. *Actas del XI Congreso Nacional de Arqueología Chilena*, Octubre 1988.

Santoro, C. y J. Chacama 1982. Secuencia cultural de las tierras altas del Área Centro Sur Andina. *Chungara* 9: 22-45.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Santoro, C y J. Chacama 1984. Secuencia de asentamientos precerámicos del extremo norte de Chile. *Estudios Atacameños* 7:85-103

Santoro, C y L. Núñez 1987. Hunters of the Dry Puna and Salt Puna in Northern Chile. *Andean Past* 1:57-109

Santoro, C., A. Romero, V. Standen y A. Torres 2004. Continuidad y cambio en las comunidades locales, períodos Intermedio Tardío y Tardío, Valles Occidentales del área Centro Sur Andina. *Chungara* 36 (volumen especial): 235-247.

Santoro, C. y V. Standen 1999. *Catastro y evaluación del patrimonio cultural arqueológico de la Provincia de Parinacota*. Manuscrito del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas (SNASPE).

Sepúlveda, M., E. Laval y M. Menu 2010. Caracterización físico- químico de pinturas rupestres del norte de Chile. Enviado a *Arqueometría en Latinoamérica*, R. Esparza (Ed.), Ediciones Colegio de Michoacán, La Piedad, México.

Paleontología

Betancourt J.; Saavedra B. 2002. Paleomadrigueras de roedores, un nuevo método para el estudio del Cuaternario en zonas áridas de Sudamérica. *Revista Chilena de Historia Natural* No. 75, p. 527-546.

Consejo de Monumentos Nacionales. 1970. Ley 17.288: Legisla sobre Monumentos Nacionales. Se incluyen las disposiciones de: Ley N 20.021 que modifica la Ley N 17.288 sobre Monumentos Nacionales. Publicada en el Diario Oficial el 14 de junio de 2005.

García, M.; Gardeweg, M.; Clavero, J.; Hérail, G. 2004. Hoja Arica, Región de Tarapacá. Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica No. 84, 150 p. 1 mapa 1: 250.000.

Latorre, C. 2008. Biodiversidad de Chile, Capítulo II: Historia de la Biota Chilena. p. 57.

Rubilar-Rogers, D. 2010. Anexo O: Informe de Paleontología, proyecto Manganeso Los Pumas. 9 p.

2.11.9 Paisaje.

Aguiló, A. et al. (1992). "Guía para la elaboración de estudios del medio físico". Ministerio de obras públicas y transportes. Madrid.

Bureau of Land Management (1980)

Escribano M. et al (1987). "El Paisaje". MOPU, Madrid, 1986.

USDA Forest Service (1974) "National Forest Landscape Management". Washington D.C.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	MANGANESO LOS PUMAS	

Yeomans, W.C. (1986) "Visual impact assessment: Changes in natural and rural environment. In Smardon, R.C., Palmer, J.E. and Felleman, J.P. (Eds.). Foundation for visual project analysis. John Wiley and Sons, New York, 1986.

Steinitz, C. (1979). "Simulating alternative policies for implementing the Massachusetts scenic and recreational rivers act: The North River demonstration project". Landscape Planning Volume 6