

CAPÍTULO V

DESCRIPCIÓN DE LÍNEA DE BASE

ÍNDICE

V.	LÍNEA DE BASE.....	V-10
V.1.	INTRODUCCIÓN	V-10
V.1.1	Área de Emplazamiento del Proyecto	V-11
V.1.2	Determinación de las Áreas de Influencia del Proyecto	V-17
V.1.2.A	Área de Influencia Directa (AID).....	V-17
V.1.2.B	Área de Influencia Indirecta (All).....	V-17
V.2.	DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO TERRESTRE.....	V-19
V.2.1	Clima y Meteorología	V-19
V.2.1.A	Metodología.....	V-19
V.2.1.B	Clima.....	V-20
V.2.1.C	Meteorología.....	V-22
V.2.2	Calidad del Aire	V-24
V.2.2.A	Metodología.....	V-24
V.2.2.B	Material Particulado Respirable (PM10).....	V-25
V.2.2.C	Vientos.....	V-27
V.2.2.D	Conclusión.....	V-31
V.2.2.E	Valoración Ambiental.....	V-31
V.2.3	Geomorfología	V-32
V.2.3.A	Metodología.....	V-32
V.2.3.B	Geomorfología Regional.....	V-32
V.2.3.C	Geomorfología Local	V-35
V.2.3.D	Conclusiones	V-40
V.2.3.E	Valoración Ambiental.....	V-40
V.2.4	Geología	V-41
V.2.4.A	Metodología.....	V-41
V.2.4.B	Geología Regional.....	V-41
V.2.4.C	Geología Local	V-43
V.2.5	Suelos.....	V-57
V.2.5.A	Edafología Regional	V-57
V.2.5.B	Edafología Local.....	V-58
V.2.5.C	Valoración Ambiental.....	V-59
V.2.6	Hidrogeología y Calidad de Aguas Subterráneas.....	V-60
V.2.6.A	Antecedentes Hidrogeológicos Generales	V-60
V.2.6.B	Hidrogeología Caserones.....	V-66
V.2.6.C	Calidad de Aguas Subterráneas	V-70
V.2.7	Hidrología y Calidad de Aguas superficiales	V-76
V.2.7.A	Antecedentes Hidrológicos.....	V-76
V.2.7.B	Análisis hidrológico.....	V-81
V.2.7.C	Calidad de aguas.....	V-85
V.2.7.D	Valoración Ambiental.....	V-90

V.2.8	Riesgos Naturales	V-91
V.2.8.A	Tipos de Riesgos Geológicos.....	V-92
V.2.9	Ruido	V-95
V.2.9.A	Metodología.....	V-95
V.2.9.B	Resultados.....	V-98
V.2.9.C	Conclusiones	V-99
V.2.9.D	Valoración Ambiental.....	V-100
V.3.	DESCRIPCIÓN DEL MEDIO BIÓTICO TERRESTRE	V-101
V.3.1	Vegetación	V-101
V.3.1.A	Vegetación Regional	V-101
V.3.1.B	Metodología	V-103
V.3.1.C	Vegetación Local	V-107
V.3.1.D	Valoración Ambiental.....	V-127
V.3.2	Flora	V-128
V.3.2.A	Metodología.....	V-128
V.3.2.B	Flora del Área del Proyecto	V-128
V.3.2.C	Valoración Ambiental.....	V-140
V.4.	FAUNA	V-141
V.4.1.A	Antecedentes.....	V-141
V.4.1.B	Metodología.....	V-141
V.4.1.C	Mamíferos.....	V-143
V.4.1.D	Aves.....	V-147
V.4.1.E	Herpetofauna: Anfibios y Reptiles	V-152
V.4.1.F	Conclusiones	V-157
V.4.1.G	Valoración Ambiental.....	V-159
V.5.	DESCRIPCIÓN DEL MEDIO BIÓTICO ACUÁTICO	V-160
V.5.1	Limnología: Flora y Fauna Acuática	V-160
V.5.2	Metodología	V-160
V.5.2.A	General.....	V-160
V.5.2.B	Antecedentes.....	V-160
V.5.2.C	Campañas de Muestreo	V-160
V.5.3	Resultados	V-165
V.5.3.A	Antecedentes Existentes	V-165
V.5.3.B	Levantamiento de Terreno	V-166
V.5.3.C	Estado de Conservación de Especies.....	V-168
V.5.3.D	Especies Migratorias e Indicadoras	V-169
V.5.4	Conclusiones	V-169
V.5.5	Valoración Ambiental	V-169
V.6.	DESCRIPCIÓN DEL MEDIO HUMANO	V-170
V.6.1	Metodología	V-170
V.6.2	Antecedentes Comunes	V-171

V.6.2.A	Dimensión Geográfica	V-171
V.6.2.B	Dimensión Demográfica	V-172
V.6.2.C	Dimensión Socioeconómica	V-174
V.6.2.D	Dimensión Antropológica.....	V-177
V.6.2.E	Dimensión Bienestar Social Básico.....	V-179
V.6.3	Caracterización del Área de Influencia Indirecta	V-184
V.6.3.A	Desde Los Loros hasta el Río Vizcachas de Pulido (Iglesia Colorada).....	V-184
V.6.3.B	Dimensión Bienestar Social Básico.....	V-187
V.6.4	Caracterización del Área de Influencia Directa	V-187
V.6.4.A	Desde Juntas del Río del Potro hasta Pastos Grandes.....	V-187
V.6.4.B	Pozos de Extracción de Agua	V-193
V.6.4.C	Valoración Ambiental.....	V-198
V.7.	DESCRIPCIÓN DEL MEDIO CONSTRUIDO.....	V-200
V.7.1	Metodología	V-200
V.7.2	Red Vial	V-200
V.7.2.A	Valoración Ambiental.....	V-203
V.7.3	Infraestructura	V-204
V.7.3.A	Sendero de Chile.....	V-204
V.7.3.B	Embalse Lautaro	V-206
V.7.3.C	Valoración Ambiental.....	V-207
V.8.	USO DEL SUELO	V-208
V.8.1	Instrumentos de Planificación Territorial	V-208
V.8.1.A	Plan Regional de Desarrollo Urbano de Atacama (PRDU).....	V-208
V.9.	PATRIMONIO CULTURAL.....	V-210
V.9.1	Arqueología.....	V-210
V.9.1.A	Metodología.....	V-210
V.9.1.B	Resultados.....	V-210
V.9.1.C	Valoración Ambiental.....	V-212
V.9.2	Paleontología	V-221
V.9.2.A	Metodología.....	V-221
V.9.2.B	Resultados.....	V-221
V.9.2.C	Conclusiones	V-222
V.9.2.D	Valoración Ambiental.....	V-223
V.10.	PAISAJE.....	V-224
V.10.1	Descripción General del Paisaje.....	V-224
V.10.2	Área de Influencia.....	V-226
V.10.3	Metodología	V-229
V.10.4	Inventario de Recursos Visuales	V-229
V.10.4.A	Sectores Ramadillas Bajo y La Brea.....	V-229
V.10.4.B	Sector Ramadillas Alto	V-231
V.10.4.C	Sector Caserones.....	V-232

V.10.4.D	Sector Valle	V-233
V.10.5	Análisis de Visibilidad.....	V-233
V.10.6	Riqueza del Paisaje	V-234
V.10.6.A	Calidad Visual.....	V-234
V.10.6.B	Fragilidad Visual	V-237
V.10.7	Conclusiones	V-237
V.10.8	Valoración Ambiental.....	V-239
V.11.	VALORACIÓN DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES	V-240

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA V-1.	COORDENADAS DEL POLÍGONO DEL PROYECTO CASERONES.....	V-11
TABLA V-2.	COORDENADAS POZOS DE AGUA EN EL SECTOR VALLE.....	V-14
TABLA V-3.	ÁREAS DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.	V-17
TABLA V-4.	ESTACIONES METEOROLÓGICAS EN EL ÁREA DEL PROYECTO.	V-19
TABLA V-5.	VARIABLES METEOROLÓGICAS ESTACIÓN CURVA NEGRA.....	V-22
TABLA V-6.	VARIABLES METEOROLÓGICAS ESTACIÓN CAMPAMENTO.	V-23
TABLA V-7.	COORDENADAS GEOGRÁFICAS UTM DEL PUNTO EN QUE SE UBICÓ LA ESTACIÓN CAMPAMENTO	V-24
TABLA V-8.	CONCENTRACIÓN DE PM10 EN ESTACIÓN CAMPAMENTO.....	V-26
TABLA V-9.	RESUMEN DE VIENTOS MEDIDO EN ESTACIÓN CAMPAMENTO EN CASERONES. PERÍODO 01 DE ENERO A 31 DE DICIEMBRE DE 2007.	V-27
TABLA V-10.	RESUMEN DE VIENTOS MEDIDO EN ESTACIÓN CURVA NEGRA EN CASERONES. PERÍODO 01 DE ENERO A 31 DE DICIEMBRE DE 2007.....	V-29
TABLA V-11.	RELACIONES GRADO DE PENDIENTE / GEOMORFOLOGÍA (SEGÚN MARSH, 1978).....	V-36
TABLA V-12.	TABLA RESUMEN DE POZOS DE AGUA CONSTRUIDOS POR EL PROYECTO.....	V-65
TABLA V-13.	COORDENADAS Y COTA DEL NIVEL ESTÁTICO POZOS PERFORADOS.	V-66
TABLA V-14.	CONDUCTIVIDADES HIDRÁULICAS POR UNIDADES GEOLÓGICAS	V-68
TABLA V-15.	PARÁMETROS ANALIZADOS.....	V-70
TABLA V-16.	CARACTERÍSTICAS POZOS DE MUESTREO	V-70
TABLA V-17.-	CARACTERÍSTICAS DE LAS CUENCAS DE INTERÉS.....	V-81
TABLA V-18.	VALORES CAUDALES MÁXIMOS INSTANTÁNEOS PARA DISTINTOS PERÍODOS DE RETORNO ..	V-83
TABLA V-19.	CAUDALES MEDIOS MENSUALES QUEBRADA CASERONES (L/S).....	V-84
TABLA V-20.	CAUDALES MEDIOS MENSUALES QUEBRADA LA BREA (L/S).	V-84
TABLA V-21.	CAUDALES MÁXIMO INSTANTÁNEOS DE DISEÑO PARA EL PERÍODO DE DESHIELO (M³/S).....	V-84
TABLA V-22.	COORDENADAS Y ÁREAS APORTANTES DE LOS PUNTOS DE MUESTRO	V-85
TABLA V-23.	PARÁMETROS ANALIZADOS LM-10.....	V-87
TABLA V-24.	DESCRIPCIÓN DE PUNTOS DE MEDICIÓN DE RUIDO.....	V-96
TABLA V-25.	NIVELES DE RUIDO REGISTRADOS EN HORARIO DIURNO.....	V-98
TABLA V-26.	NIVELES DE RUIDO REGISTRADOS EN HORARIO NOCTURNO.	V-99

TABLA V-27. ASOCIACIONES VEGETALES CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA (POTENCIALES) SEGÚN FAJARDO. V-102	
TABLA V-28. COMUNIDADES VEGETALES CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA (POTENCIALES), SEGÚN LUEBERT Y PLISCOFF (2006).....	V-103
TABLA V-29. CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN DE LA VEGETACIÓN (USO ACTUAL DEL SUELO).	V-105
TABLA V-30. SUPERFICIE DE USO ACTUAL DEL SUELO (VEGETACIÓN), EN HECTÁREAS.	V-107
TABLA V-31. SUPERFICIE (HA) DE PRADERAS SEGÚN COMPOSICIÓN DOMINANTE Y COBERTURA.	V-111
TABLA V-32. SUPERFICIE (HA) DE MATORRALES RIBEREÑOS SEGÚN COMPOSICIÓN DOMINANTE Y COBERTURA.....	V-113
TABLA V-33. SUPERFICIE (HA) DE MATORRALES DE TERRAZA Y LADERAS SEGÚN COMPOSICIÓN DOMINANTE Y COBERTURA.....	V-115
TABLA V-34. SUPERFICIE (HA) DE ESTEPAS ALTOANDINAS SEGÚN COMPOSICIÓN DOMINANTE Y COBERTURA.	V-119
TABLA V-35. SUPERFICIE (HA) DE VEGAS SEGÚN COMPOSICIÓN DOMINANTE Y COBERTURA.	V-122
TABLA V-36. SUPERFICIE (HA) DE BOSQUE NATIVO SEGÚN COMPOSICIÓN DOMINANTE Y COBERTURA.....	V-125
TABLA V-37. SUPERFICIE (HA) DE TERRENOS SIN VEGETACIÓN.	V-126
TABLA V-38. FLORA VASCULAR PRESENTE EN EL ÁREA DEL PROYECTO.	V-129
TABLA V-39. NÚMERO DE ESPECIES PRESENTES EN EL ÁREA SEGÚN ORIGEN Y FORMA BIOLÓGICA. ..	V-134
TABLA V-40. COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE FORMACIONES VEGETALES.	V-136
TABLA V-41. ESPECIES DE FLORA CON PROBLEMAS DE CONSERVACIÓN.....	V-139
TABLA V-42: MAMÍFEROS REGISTRADOS EN LOS SECTORES DEL PROYECTO.....	V-144
TABLA V-43. AVIFAUNA REGISTRADA EN LOS SECTORES DEL PROYECTO.	V-147
TABLA V-44. HERPETOFAUNA REGISTRADA EN LOS SECTORES DEL PROYECTO.....	V-152
TABLA V-45. FAUNA REGISTRADA EN CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN Y SITIOS DE OBSERVACIÓN	V-158
TABLA V-46. UBICACIÓN ESTACIONES DE MUESTREO FLORA Y FAUNA ACUÁTICA.	V-162
TABLA V-47. REFERENCIAS FLORA Y FAUNA ACUÁTICA RÍO COPIAPÓ.	V-165
TABLA V-48. CONDICIONES GENERALES DE LOS CAUCES.	V-166
TABLA V-49. PRESENCIA DE FLORA ACUÁTICA.	V-167
TABLA V-50. PRESENCIA DE ESPECIES BENTÓNICAS.....	V-167
TABLA V-51. PRESENCIA Y ABUNDANCIA DE FAUNA ÍCTICA.	V-168
TABLA V-52. ENTIDADES PERTENECIENTES A LA COMUNA DE TIERRA AMARILLA, POR CIUDADES, ALDEAS Y CASERÍOS.	V-171
TABLA V-53. POBLACIÓN DE LA COMUNA DE TIERRA AMARILLA, POR CIUDADES, ALDEAS Y CASERÍOS.....	V-172
TABLA V-54. ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO EN LA REGIÓN DE ATACAMA.....	V-174
TABLA V-55. SUPERFICIE ESPECIES PLANTADAS EN LA COMUNA DE TIERRA AMARILLA.	V-175
TABLA V-56: DATOS DE ESCOLARIDAD COMUNAL Y REGIONAL DE LA POBLACIÓN.	V-176
TABLA V-57: INDICADORES DE POBREZA EN TIERRA AMARILLA Y LA REGIÓN DE ATACAMA.	V-177
TABLA V-58. POBLACIÓN INDÍGENA POR ETNIA EN LA COMUNA DE TIERRA AMARILLA.	V-178
TABLA V-59. ESCUELAS MUNICIPALES EN TIERRA AMARILLA.	V-180
TABLA V-60. LICEOS PARTICULARES SUBVENCIONADOS EN TIERRA AMARILLA.	V-180

TABLA V-61: ENTIDADES POBLADAS DE LA ZONA LOS LOROS- RÍO VIZCACHAS DE PULIDO.....	V-184
TABLA V-62: AGRÍCOLAS EN EL AID.	V-186
TABLA V-63. ESCUELAS RURALES EN EL AID.....	V-187
TABLA V-64. PEQUEÑAS ENTIDADES POBLADAS EN EL AID.	V-188
TABLA V-65. POBLACIÓN AID, SEGÚN LUGAR DE HABITACIÓN.	V-189
TABLA V-66. ACTIVIDADES ECONÓMICAS DEL GRUPO HUMANO DEL AID, POR DIVISIÓN DE GÉNERO. .	V-191
TABLA V-67. UBICACIÓN DE POZOS CARRIZALILLO CHICO	V-194
TABLA V-68. UBICACIÓN DE POZOS PROHENS	V-194
TABLA V-69. UBICACIÓN DE POZOS PESENTTI	V-195
TABLA V-70. UBICACIÓN DE POZO DOÑA BERTA	V-195
TABLA V-71. UBICACIÓN DE POZO EL LINDEROS	V-195
TABLA V-72. UBICACIÓN DE POZO EN EL RETAMO.	V-196
TABLA V-73. UBICACIÓN POZO GROSSI.	V-196
TABLA V-74: UBICACIÓN POZO NILAHUE	V-196
TABLA V-75: UBICACIÓN DE POZOS FUNDO EL FUERTE.....	V-196
TABLA V-76: UBICACIÓN DE POZOS DELIBER	V-197
TABLA V-77: UBICACIÓN DE POZO CERRILLOS	V-197
TABLA V-78: RED VIAL PROYECTO CASERONES.	V-201
TABLA V-79: VOLUMEN DE TRANSITO RUTA C-35 EN BIFURCACIÓN POTRERO SECO.	V-201
TABLA V-80: VOLUMEN DE TRANSITO RUTA C-35 EN BIFURCACIÓN POTRERO SECO.	V-202
TABLA V-81. DISTRIBUCIÓN DE HALLAZGOS DEL PATRIMONIO CULTURAL EN EL ÁREA DEL PROYECTO.....	V-210
TABLA V-82. HALLAZGOS ARQUEOLÓGICOS EN SECTOR CASERONES.	V-211
TABLA V-83. HALLAZGOS ARQUEOLÓGICOS EN SECTOR RAMADILLAS ALTO.	V-211
TABLA V-84. HALLAZGOS ARQUEOLÓGICOS EN SECTOR LA BREA.....	V-212
TABLA V-85. HALLAZGOS ARQUEOLÓGICOS EN SECTOR RAMADILLAS BAJO.	V-212
TABLA V-86 HALLAZGOS DEL PATRIMONIO CULTURAL EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.....	V-213
TABLA V-87. MATRIZ DE CÁLCULO DE CALIDAD VISUAL.	V-235
TABLA V-88. MATRIZ DE CÁLCULO DE FRAGILIDAD VISUAL.	V-237
TABLA V-89. ESCALA DE VALOR AMBIENTAL PARA LOS COMPONENTES AMBIENTALES.	V-240
TABLA V-90. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES AMBIENTALES Y NIVEL DE RELEVANCIA.	V-240

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA V-1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.	V-10
FIGURA V-2. ÁREA DE EMPLAZAMIENTO PROYECTO CASERONES.....	V-13
FIGURA V-3. UBICACIÓN POZOS DE AGUA EN EL SECTOR VALLE.....	V-16
FIGURA V-4. UBICACIÓN ESTACIÓN PROYECTO.....	V-25
FIGURA V-5. MONITOREO DE PM10 EN ESTACIÓN CAMPAMENTO. OCTUBRE 2006 A ENERO 2007.....	V-27
FIGURA V-6. ROSA DE LOS VIENTOS PERÍODO COMPLETO. ESTACIÓN CAMPAMENTO.	V-28

FIGURA V-7. ROSA DE LOS VIENTOS PERÍODO COMPLETO. HORARIO DIURNO (DE 11 A 18 HORAS) Y NOCTURNO (19 A 10 HORAS), RESPECTIVAMENTE. ESTACIÓN CAMPAMENTO.	V-29
FIGURA V-8. ROSA DE LOS VIENTOS PERÍODO COMPLETO. ESTACIÓN CURVA NEGRA.	V-30
FIGURA V-9. ROSA DE LOS VIENTOS PERÍODO COMPLETO. HORARIO DIURNO (DE 11 A 18 HORAS) Y NOCTURNO (19 A 10 HORAS), RESPECTIVAMENTE. ESTACIÓN CURVA NEGRA.	V-31
FIGURA V-10. SUBUNIDADES GEOMORFOLÓGICAS PARA LA REGIÓN DE ATACAMA.	V-33
FIGURA V-11. CLASIFICACIÓN DE LAS ALTITUDES DEL ÁREA DEL PROYECTO.	V-37
FIGURA V-12. CLASIFICACIÓN DE LAS PENDIENTES DEL ÁREA DEL PROYECTO.	V-38
FIGURA V-13. CLASIFICACIÓN DE LAS EXPOSICIONES DEL ÁREA DEL PROYECTO.	V-39
FIGURA V-14. MAPA GEOLÓGICO REGIONAL.	V-42
FIGURA V-15. PANORAMA DE LA SECUENCIA DE LA FORMACIÓN LAGUNILLAS HACIA EL SUR DESDE LA CUCHILLA NW DE LA QUEBRADA LA BREA. SE APRECIA LA ACTITUD REGULAR Y MONOCLINAL AL W DE LAS CAPAS SEDIMENTARIAS.	V-43
FIGURA V-16. PANORAMA HACIA EL SE DESDE LA LADERA NW DE LA QUEBRADA LA BREA MOSTRANDO LAS SECUENCIAS VOLCANOSSEDIMENTARIAS.	V-44
FIGURA V-17. VISTA AÉREA DEL SECTOR AL ESTE DEL CAMPAMENTO Y AL SUR DE LA QUEBRADA LA BREA MOSTRANDO LOS PARCHES DE AFLORAMIENTOS DE LA FORMACIÓN LA TERNERA SOBREYACIENDO EN DISCORDANCIA DE EROSIÓN AL GRANITO PALEOZOICO.	V-44
FIGURA V-18. PANORAMA DE UN AFLORAMIENTO DEL GRANITO PALEOZOICO EN LA QUEBRADA LA BREA. VISTA HACIA EL NW. SE APRECIA EL INTENSO FRACTURAMIENTO POR DIACLASAMIENTO QUE AFECTA A ESTAS ROCAS. AL FONDO ATRÁS, SE OBSERVAN LAS SECUENCIAS SEDIMENTARIAS TRIÁSICAS Y JURÁSICAS QUE SOBREYACEN A LAS INTRUSIVAS PALEOZOICAS.	V-45
FIGURA V-19. PANORAMA DE LA LADERA NW DE LA QUEBRADA LA BREA MOSTRANDO LA FORMACIÓN LAGUNILLAS (MIEMBRO COCÁMBICO) SOBREYACIENDO A LA FORMACIÓN LA TERNERA, PARTE DERECHA DE LA FOTO. VISTA TOMADA HACIA EL WNW.	V-46
FIGURA V-20. PANORAMA HACIA EL WNW DESDE EL CAMINO A LA MINA. VISTA TOMADA HACIA LA LADERA NW DE LA QUEBRADA LA BREA MOSTRANDO LA SECUENCIA DE LA FORMACIÓN LA BREA CORTADA POR UN FILÓN ANDESÍTICO PRESUMIBLEMENTE DE EDAD CRETÁCICO SUPERIOR.	V-50
FIGURA V-21. VISTA DE DETALLE DE UN SISTEMA DE DIQUES ANDESÍTICOS INTRUYENDO A LOS ORTOCONGLOMERDOS EN LA CUCHILLA DE LA LADERA NW AL NORTE DEL CAMPAMENTO.	V-51
FIGURA V-22. PANORAMA GENERAL HACIA EL NORTE DEL ÁREA DE LA MINA CASERONES MOSTRANDO LA CUBIERTA COLUVIAL SOBRE EL MONZOGRANITO.	V-52
FIGURA V-23. VISTA DE DESLIZAMIENTO EN MASA ANTIGUO Y EN PARTE RODADO, SOBRE LA LADERA SE DEL QUEBRADA LA BREA, AGUAS ARRIBA DEL CAMPAMENTO. SE APRECIA CLARAMENTE EL LÓBULO FRONTAL TERMINAL QUE SE DEPOSITÓ SOBRE DEPÓSITOS ATERRAZADOS COLUVIALES DEL FONDO DEL VALLE.	V-53
FIGURA V-24. PANORAMA DE DETALLE DE LOS CONOS DE DEYECCIÓN EN LA PARTE ALTA DE LA QUEBRADA RAMADILLAS, AGUAS ARRIBA DEL SECTOR DE EL TAMBO. SE APRECIA EL ESPESOR DECAMÉTRICO DE LOS DEPÓSITOS.	V-54
FIGURA V-25. PANORAMA GENERAL DEL SECTOR DEL TAMBO HACIA EL NORTE. SE APRECIA A LA IZQUIERDA LA QUEBRADA CASERONES Y A LA DERECHA LA QUEBRADA RAMADILLAS, EN ELLA SE ADVIERTE	

CLARAMENTE UNA CANALETA DE EROSIÓN QUE CORTA A LOS CONOS DE DEYECCIÓN Y A LA TERRAZA DEL SECTOR DE EL TAMBO, LA QUE FUE CAUSADA POR UNA CRECIDA O ALUVIÓN.....	V-54
FIGURA V-26. EJEMPLO DE ALTERACIÓN HIDROTERMAL AL W DEL CERRO CHICO DE CASERONES. A LA IZQUIERDA NACIENTES DE LA QUEBRADA LA BREA Y A LA DERECHA LA QUEBRADA LA ESCARCHA. PANORAMA AL W.	V-55
FIGURA V-27: UBICACIÓN DE POZOS DE AGUA: FUENTE: SITAC	V-61
FIGURA V-28: SUPERFICIE EQUIPOTENCIAL.....	V-67
FIGURA V-29: DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS.....	V-69
FIGURA V-30: UBICACIÓN DE POZOS DE AGUA DE MUESTREO.....	V-71
FIGURA V-31: UBICACIÓN DE ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS.....	V-77
FIGURA V-32: PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL POR ESTACIÓN.	V-78
FIGURA V-33: UBICACIÓN DE ESTACIONES FLUVIOMÉTRICAS.....	V-79
FIGURA V-34: CAUDAL MEDIO ANUAL POR ESTACIÓN.....	V-80
FIGURA V-35: CAUDAL MEDIO ANUAL POR ESTACIÓN.....	V-82
FIGURA V-36: UBICACIÓN ESTACIONES DE MUESTREO.....	V-86
FIGURA V-37. HISTORIA SÍSMICA REGIÓN DE ATACAMA (1964-1995).	V-94
FIGURA V-38. UBICACIÓN PUNTOS DE MEDICIÓN DE RUIDO.....	V-97
FIGURA V-39. FISONOMÍA DEL BOSQUE MIXTO DE SAUCE – HUINGÁN – BREA.....	V-109
FIGURA V-40. FISONOMÍA DE PRADERA ALTOANDINA.	V-110
FIGURA V-41. FISONOMÍA DE MATORRAL RIBEREÑO DE CHILCA – BREA – COLA DE ZORRO.	V-112
FIGURA V-42 FISONOMÍA DE MATORRAL RIBEREÑO DE ÑIPA – HUINGAN – CHILCA.	V-114
FIGURA V-43. FISONOMÍA DE MATORRAL DE TERRAZA DE PINGO PINGO – BAILAHUÉN – ACERILLA.	V-116
FIGURA V-44. FISONOMÍA DE MATORRAL DE LADERA DE OJALAR- PINGO PINGO – BAILAHUÉN.	V-117
FIGURA V-45. FISONOMÍA DE MATORRAL DE LADERA DE FABIANA VISCOSA.	V-117
FIGURA V-46 FISONOMÍA DE MATORRAL DE LADERA DE PINGO PINGO – BAILAHUÉN – PAJA BRAVA.	V-118
FIGURA V-47. FISONOMÍA DE ESTEPA ALTOANDINA DE VARILLA BRAVA – PAJA BRAVA.	V-119
FIGURA V-48. FISONOMÍA DE ESTEPA ALTOANDINA DE LLARETA – ESPINILLO.....	V-120
FIGURA V-49. FISONOMÍA DE ESTEPA ALTOANDINA DE AÑAHUA – ESPINILLO – CUERNO DE CABRA.	V-121
FIGURA V-50. FISONOMÍA DE ESTEPA ALTOANDINA DE AÑAHUA –CUERNO DE CABRA – CAPACHITO...V-121	V-121
FIGURA V-51 FISONOMÍA DE VEGA ALTOANDINA.	V-123
FIGURA V-52.FISONOMÍA DE VEGA BAJA.	V-124
FIGURA V-53. FISONOMÍA DE BOSQUES NATIVOS.....	V-125
FIGURA V-54. FISONOMÍA DE MATORRAL RIBEREÑO PRESENTE EN LOS POZOS (SECTOR VALLE).....	V-127
FIGURA V-55 ORIGEN Y ESPECTRO BIOLÓGICO DE LA FLORA.	V-135
FIGURA V-56. EVIDENCIAS DE GUANACO EN EL ÁREA DEL PROYECTO.....	V-145
FIGURA V-57. VIZCACHA EN QUEBRADA LA BREA.	V-146
FIGURA V-58. ZORRO CULPEO.	V-147
FIGURA V-59. CÓNDOR SOBREVOLANDO EL ÁREA DEL PROYECTO.	V-150
FIGURA V-60. SURI EN EL ÁREA DEL PROYECTO CASERONES.....	V-151
FIGURA V-61. PERDIZ DE LA PUNA.....	V-152
FIGURA V-62. SAPITO DE 4 OJOS EN EL ÁREA DEL PROYECTO.	V-154
FIGURA V-63. IGUANA EN EL ÁREA DEL PROYECTO.	V-155

FIGURA V-64. LAGARTIJA DE ATACAMA EN EL ÁREA DEL PROYECTO.	V-156
FIGURA V-65. LAGARTIJA DE PLATE EN EL ÁREA DEL PROYECTO.	V-157
FIGURA V-66. VISTA GENERAL QUEBRADA LA BREA.	V-161
FIGURA V-67. VISTA GENERAL RÍO RAMADILLAS.	V-161
FIGURA V-68. FOTOGRAFÍA DE LA ESTACIONES DE MUESTREO FLORA Y FAUNA ACUÁTICA.	V-162
FIGURA V-69. UBICACIÓN ESTACIONES DE MUESTREO FLORA Y FAUNA ACUÁTICA.	V-163
FIGURA V-70. SUPERFICIES PLANTADAS EN LA PROVINCIA DE COPIAPÓ.	V-175
FIGURA V-71. POBLACIÓN INDÍGENA SEGÚN CENSO 2002.	V-178
FIGURA V-72. VIVIENDAS SEGÚN OBTENCIÓN DE AGUA POTABLE.	V-181
FIGURA V-73. VIVIENDAS SEGÚN SISTEMA DE EVACUACIÓN DE AGUAS SERVIDAS.	V-182
FIGURA V-74. VIVIENDAS SEGÚN SISTEMA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.	V-183
FIGURA V-75. DISTRIBUCIÓN DE POBLACIÓN SEGÚN SEXO.	V-185
FIGURA V-76. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL GANADO EN EL AID, POR N° DE CABEZAS.	V-191
FIGURA V-77. RED VIAL EN EL ÁREA PROYECTO CASERONES.	V-204
FIGURA V-78. TRAZADO DEL SENDERO DE CHILE EN EL ÁREA DEL PROYECTO.	V-205
FIGURA V-79. EMBALSE LAUTARO.	V-206
FIGURA V-80. ZONIFICACIÓN DEL PRDU EN EL ÁREA DEL PROYECTO.	V-209
FIGURA V-81: UBICACIÓN HALLAZGOS DEL PATRIMONIO CULTURAL.	V-216
FIGURA V-82: UBICACIÓN HALLAZGOS DEL PATRIMONIO CULTURAL SECTOR LA BREA.	V-217
FIGURA V-83: UBICACIÓN HALLAZGOS DEL PATRIMONIO CULTURAL SECTOR CASERONES.	V-218
FIGURA V-84: UBICACIÓN HALLAZGOS DEL PATRIMONIO CULTURAL SECTOR RAMADILLAS ALTO.	V-219
FIGURA V-85: UBICACIÓN HALLAZGOS DEL PATRIMONIO CULTURAL SECTOR RAMADILLAS BAJO.	V-220
FIGURA V-86. MAPA DE UBICACIÓN DE HALLAZGOS PALEONTOLÓGICOS (SECTOR LA BREA).	V-222
FIGURA V-87: ÁREA DE ESTUDIO.	V-227
FIGURA V-88: ÁREA DE ESTUDIO.	V-228

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO V-1 GEOLOGÍA
ANEXO V-2 VEGETACIÓN Y FLORA
ANEXO V-3 LIMNOLOGÍA
ANEXO V-4 ARQUEOLOGÍA
ANEXO V-5 PALEONTOLOGÍA
ANEXO V-6 PAISAJE
ANEXO V-7 HIDROGEOLOGÍA
ANEXO V-8 CALIDAD DE AGUAS

V. LÍNEA DE BASE

V.1. Introducción

El objetivo de este capítulo es la caracterización de la línea de base del “Proyecto Caserones” de Minera Lumina Copper Chile S.A. (MLCC), localizado en comuna de Tierra Amarilla, en la III Región de Atacama, de manera de determinar el estado actual de los componentes ambientales bajo la condición de zona sin Proyecto.

El establecimiento de esta línea de base permitirá, en los capítulos siguientes, estimar potenciales impactos en los componentes ambientales analizados bajo la condición de zona con Proyecto.



Figura V-1. Localización del Proyecto.

Fuente: Elaboración propia en base a mapa rutero Turistel. www.turistel.cl

V.1.1 Área de Emplazamiento del Proyecto

El proyecto Caserones se emplazará en una superficie aproximada de 9.177 ha, ubicada aproximadamente a unos 160 km al sureste de Copiapó en la comuna de Tierra Amarilla, Región de Atacama. Se localiza principalmente en la cuenca del río Ramadillas, incluyendo las quebradas de Caserones y La Brea, entre otras (Tabla V-1). En esta área estará la mina y las actividades de procesamiento del mineral, incluyendo la mina propiamente tal (rajo o “pit”), botadero de lastre, el depósito de lixiviación, planta concentradora, planta SX-EW, depósito de arenas, embalse de lamas, campamentos pionero, de operación y de construcción y los espacios intermedios destinados a caminos, lamaducto y otras instalaciones requeridas para la operación del proyecto.

Las coordenadas de referencia del polígono que comprenden las obras físicas del proyecto y su ubicación se presentan en la Tabla V-1 y en la Figura V-2, respectivamente.

Tabla V-1. Coordenadas del Polígono del Proyecto Caserones.

Vértices	UTM Este	UTM Norte
V1	426.463	6.890.404
V2	435.843	6.887.890
V3	439.075	6.890.440
V4	441.462	6.889.474
V5	446.588	6.887.088
V6	451.015	6.885.725
V7	451.041	6.880.312
V8	444.179	6.880.691
V9	437.143	6.886.506
V10	435.663	6.887.771
V11	426.343	6.890.234

Coordenadas UTM Huso 19 PSAD56.

El área de emplazamiento del Proyecto Caserones se ha dividido en cinco sectores tal como se detalla en la Figura V-2:

1. Sector Caserones
2. Sector Ramadillas Alto
3. Sector La Brea
4. Sector Ramadillas Bajo
5. Sector Valle

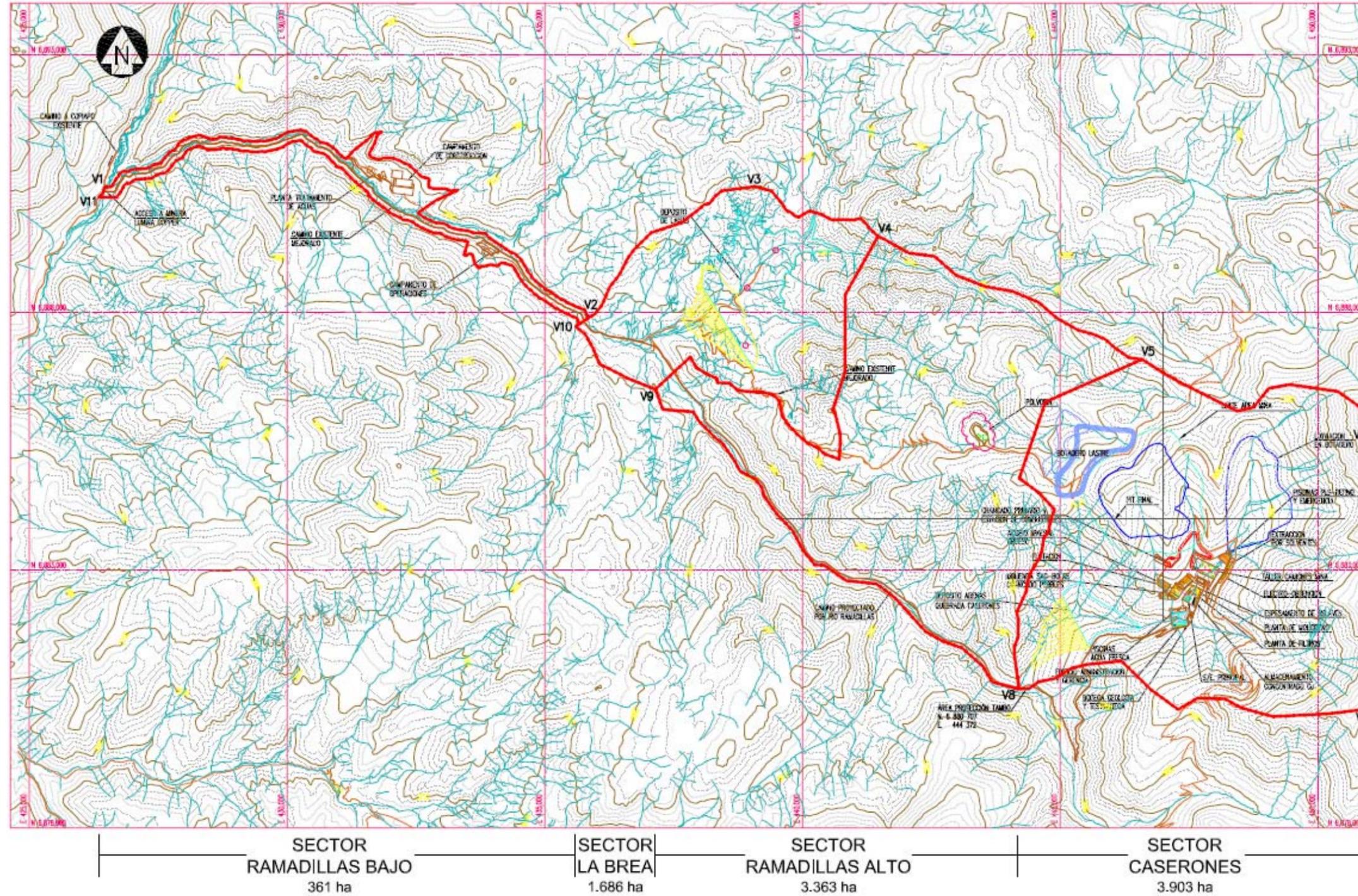


Figura V-2. Área de Emplazamiento Proyecto Caserones.

V-13

Sector Caserones: Corresponde al área donde se ubicará la mina (rajo), el depósito de estériles y las actividades de procesamiento de mineral, incluyendo éstas el depósito de lixiviación, la planta concentradora, la planta SX/EW, el depósito de arenas, el área de mantención de maquinarias y camiones, además de oficinas administrativas y caminos internos. Este sector, que incluye la Quebrada Caserones, se encuentra aproximadamente entre los 3.250 m.s.n.m. y los 5.000 m.s.n.m. abarcando aproximadamente 3.903 ha (Figura V-2).

Sector Ramadillas Alto: Corresponde al área donde se ubicará el lamaducto, las tuberías de recirculación de agua y el camino que unirá los sectores Caserones y La Brea. Este sector se encuentra aproximadamente entre los 2.750 m.s.n.m. y los 4.250 m.s.n.m. abarcando aproximadamente 3.363 ha (Figura V-2).

Sector La Brea: Corresponde al área donde se ubicará el campamento pionero y embalse de relaves finos espesados. Este sector, que incluye la Quebrada La Brea, se encuentra aproximadamente entre los 2.600 m.s.n.m. y los 3.250 m.s.n.m. abarcando aproximadamente 1.686 ha (Figura V-2).

Sector Ramadillas Bajo: Corresponde al área donde se ubicarán los campamentos de construcción y operación, e instalaciones auxiliares asociadas a la operación tales como: relleno sanitario, planta de tratamiento de aguas servidas, entre otros. Este sector se encuentra aproximadamente entre los 2.150 m.s.n.m. y los 2.600 m.s.n.m. abarcando aproximadamente 225 ha (Figura V-2).

Sector Valle: Corresponde al área donde se ubicarán los pozos que abastecerán de agua fresca al Proyecto Caserones, las aducciones de estos pozos, la tubería principal que conducirá el agua, las estaciones de bombeo y el tendido eléctrico. Este sector no se incluye dentro de las 9.177 ha. En la Tabla V-2 y Figura V-3 se presenta la ubicación de estos pozos.

Tabla V-2. Coordenadas Pozos de Agua en el Sector Valle.

Pozo	Coordenadas UTM Dátum PSAD56		Altitud m.s.n.m.
	N	E	
Pozo Carrizalillo Chico, CCh -1	6.886.995	411.523	1.480
Pozo Carrizalillo Chico, CCh -2	6.887.388	411.286	1.470
Pozo Carrizalillo Chico, CCh -3	6.887.855	411.084	1.457
Pozo Carrizalillo Chico, CCh -4	6.887.955	410.939	1.454
Pozo Carrizalillo Chico, CCh -5	6.889.135	409.940	1.415
Pozo Jaime Prohens	6.898.520	407.581	1.228
Pozo Pesenti 1	6.907.193	401.009	1.093
Pozo Pesenti 2	6.907.669	400.828	1.089

Pozo	Coordenadas UTM Datum PSAD56		Altitud m.s.n.m.
	N	E	
Pozo Doña Berta	6.908.510	401.230	1.086
Pozo El Linderos (ex-Oasis), PEL-1	6.909.531	400.560	1.069
Pozo El Retamo 2 (ex-Peppi), PER-2	6.913.174	398.424	1.029
Pozo Austral Fruit (Grossi)	6.915.661	397.184	1.012
Pozo Nilahue	6.918.832	393.100	965
Pozo Fundo El Fuerte, RE-3	6.921.546	390.023	933
Pozo Fundo El Fuerte, RE-2	6.921.531	389.939	930
Pozo Deliber, DEL-2	6.931.940	382.750	773
Pozo Deliber, DEL-1	6.932.920	382.580	761
Pozo Cerrillos (El Checo ex Pozo Araya)	6.949.562	376.210	585



Figura V-3. Ubicación Pozos de Agua en el Sector Valle.

Fuente: Elaboración propia. Google Earth.

V.1.2 Determinación de las Áreas de Influencia del Proyecto

V.1.2.A Área de Influencia Directa (AID)

El AID está definido por las áreas donde se llevarán a cabo las obras físicas y actividades del Proyecto Caserones, incluyendo todos los sectores en los que eventualmente puedan generarse impactos ambientales directos asociados al proyecto (Tabla V-3).

V.1.2.B Área de Influencia Indirecta (AII)

El AII está definido como el área que eventualmente recibirá los potenciales efectos medio ambientales producto de la construcción y/o la operación del Proyecto Caserones.

Tabla V-3: Áreas de Influencia del Proyecto.

Componente	Área de Influencia Directa (AID)	Área de Influencia Indirecta (AII)
Clima y Meteorología	No se definen áreas de influencia directa e indirecta para este componente ambiental ya que las obras del proyecto no generarán efectos directos o potenciales sobre él.	
Calidad del Aire	Campamento minero de Caserones.	No se define un área de influencia indirecta para este componente ambiental ya que las obras del proyecto no generarán efectos potenciales sobre él.
Geomorfología	Polígono que comprende las áreas en que se emplazarán las obras físicas del proyecto (Figura V-2).	Franja de 50 m alrededor del área de influencia directa.
Geología	No se definen áreas de influencia directa e indirecta para este componente ambiental ya que las obras del proyecto no generarán efectos directos o potenciales sobre él.	
Suelos	Polígono que comprende las áreas en que se emplazarán las obras físicas del proyecto (Figura V-2).	Franja de 50 m alrededor del polígono del área de influencia directa.
Hidrogeología	Recursos hidrogeológicos que serán interceptados por el rajo minero y por los pozos de extracción de agua.	Recursos hidrogeológicos conectados que subyacen las áreas en que se emplazarán las obras físicas del proyecto.
Hidrología	La vertiente norte de la cuenca del río Ramadillas entre la quebrada de Caserones y la junta con el Río Vizcachas de Pulido.	La cuenca del río Vizcachas de Pulido aguas abajo de la junta con el río Ramadillas.

Componente	Área de Influencia Directa (AID)	Área de Influencia Indirecta (AII)
Ruido	Campamento minero de Caserones.	No se define un área de influencia indirecta para este componente ambiental ya que las obras del proyecto no generarán efectos potenciales sobre él.
Flora y Vegetación	Polígono que comprende las áreas en que se emplazarán las obras físicas del proyecto (Figura V-2).	Franja de 100 m alrededor del polígono del área de influencia directa.
Fauna	Polígono que comprende las áreas en que se emplazarán las obras físicas del proyecto (Figura V-2).	Franja de 500 m alrededor del polígono del área de influencia directa.
Limnología	Tramo de la Quebrada La Brea desde la cola del embalse de relaves finos espesados hasta su confluencia con el río Ramadillas (Sector La Brea), y al tramo del río Ramadillas desde la junta con la Quebrada La Brea hasta su confluencia con el río Vizcachas de Pulido (Sector Ramadillas Bajo).	El tramo del río Vizcachas de Pulido desde su confluencia con el río Ramadillas hasta el Embalse Lautaro.
Medio Humano	Las entidades pobladas de Juntas El Potro, Carrizalillo Grande y Pastos Grandes, y los pozos de extracción de agua (Sector Valle).	La comuna de Tierra Amarilla, específicamente desde el poblado de Los Loros, hasta el río Vizcachas de Pulido (Iglesia Colorada).
Medio Construido	Elementos construidos dentro del polígono que comprende las áreas en que se emplazarán las obras físicas del proyecto (Figura V-2) y las vías de acceso a las obras del proyecto durante las etapas de construcción y operación: C-35, C-453, C-535, C-411.	Elementos construidos dentro de una franja de 100 m alrededor del polígono del área de influencia directa, más las rutas en las que se produzcan aumentos en los tránsitos, inducidos tanto por la construcción como por la operación del proyecto: Ruta 5.
Uso del Suelo	Las áreas del proyecto reguladas por el Plan Regional de Desarrollo Urbano de Atacama (PRDU),	
Patrimonio Cultural	Áreas con valor patrimonial ubicadas dentro del polígono que comprende las áreas en que se emplazarán las obras físicas del proyecto (Figura V-2).	Áreas con valor patrimonial ubicadas en una franja de 50 m alrededor del polígono del área de influencia directa.
Paisaje	Puntos de observación que permitan acceder visualmente a los lugares donde tienen lugar los impactos directos de la obra sobre el paisaje.	No se define un área de influencia indirecta ya que no existen efectos potenciales del proyecto sobre este componente ambiental.

V.2. Descripción del Medio Físico Terrestre

V.2.1 Clima y Meteorología

No se definen áreas de influencia directa e indirecta para este componente ambiental ya que las obras del proyecto no generarán efectos directos o potenciales sobre él.

V.2.1.A Metodología

Para la caracterización del clima en el área del proyecto se realizó una revisión bibliográfica, utilizando la clasificación climática de Koeppen.

En cuanto a la descripción de la meteorología, se utilizó la información disponible proveniente de las estaciones meteorológicas en el área del proyecto.

Tabla V-4: Estaciones Meteorológicas en el Área del Proyecto.

Estación	Coordenada Este	Coordenada Norte	Altitud m.s.n.m.	Sector
Campamento	438.626	6.888.155	2.750	La Brea
Curva Negra	445.225	6.884.380	4.280	Caserones

Datum: PSAD 56.

La información meteorológica disponible para el Sector del Proyecto Caserones proviene de las estaciones denominadas “Campamento” la cual se ubica en el sector donde se emplazará el campamento pionero; y “Curva Negra”, la meteorología presentada corresponde a mediciones realizadas entre el 1 de enero y el 31 de diciembre de 2007.

V.2.1.B Clima

Según la clasificación de Köppen¹ el área del proyecto presenta un Clima Desértico Marginal Bajo (BWh) y Clima Desértico Marginal de Altura (BWH). Por otro lado, según el Mapa Agroclimático de Chile², el área del proyecto se inserta en un agroclima desértico de altura, particularmente en los agroclimas denominados Potrerillos (3.55) y Putre (3.56).

A continuación se describen las unidades climáticas nombradas.

Clima Desértico Marginal Bajo (BWh)

“Este clima corresponde a la mayor parte de la Región, cubriendo la zona que va desde donde comienzan las tierras altas de la cordillera hasta donde alcanza la influencia marítima intensa por el oeste. De Copiapó al norte es de una rigurosa sequedad, en cambio de Copiapó al sur, la inexistencia de la cordillera de la Costa permite alguna forma de efecto marítimo en la humedad sin nubosidad, que atenúa las características desérticas. La amplitud térmica es mucho mayor que en el litoral. La diferencia entre el mes más cálido y el más frío es de 7° a 8° C en Copiapó y Vallenar mientras que se estima inferior a 6° en la zona costera. Mucho mayor es la amplitud térmica diaria que alcanza del orden de 13° a 15° C, lo que es una buena muestra de la continentalidad.

Las zonas con este clima se ubican bajo el nivel de la inversión de temperatura, con temperaturas moderadas y humedad suficiente para permitir la generación de algún tipo de vegetación de estepa en los sectores bajos.

Las precipitaciones aumentan con la latitud y con la altura, concentrándose en los meses de invierno. Los totales anuales llegan a 12 mm en Copiapó (291 metros de elevación), 19 mm en El Salvador (2.400 m), 32 mm en Vallenar (470 m) y 34 mm en Los Loros (948 m)”³.

¹ Fuenzalida, H., 1965. Clima. En: Geografía Económica de Chile. Texto Refundido. Corporación de Fomento de la Producción. Stgo. pp: 99-152.

² INIA. 1989. Mapa Agroclimático de Chile.

³ Dirección Meteorológica de Chile. www.meteochile.cl [18/07/2008]

Clima Desértico Marginal de Altura (BWH)

“Se manifiesta sobre los 2.000 m de altura. El régimen térmico es más frío pero las oscilaciones térmicas son menores que en el desierto marginal bajo, debido a la altura. La humedad relativa es baja.

Las precipitaciones son más abundantes en este clima y se producen casi exclusivamente en los meses de invierno, de mayo a agosto. Estas son de origen frontal y muchas veces son nivosas. Las temperaturas bajas y las apreciables cantidades de nieve en el invierno hacen que la línea de nieves eternas se ubique entre los 5.000 y 6.000 m, por lo que a los más altos picachos de la cordillera de la región, localmente se les denomine "nevados", como el Incahuasi, Tres Cruces, Ojos del Salado, etc.”.³

Clima Desértico de Altura, Agroclima Potrerillos

El Agroclima Potrerillos² se extiende entre el límite con Perú y la latitud 30° S (al norte de la ciudad de Vicuña). Ocupa una superficie aproximada de 4.406.000 ha, que equivalen al 6,1% del total del país. El régimen térmico se caracteriza por una temperatura media anual de 11,99° C, con una máxima media de los meses más cálidos (enero y febrero) de 18,4° C y una mínima media del mes más frío (Junio) de 4,9° C. La lluvia anual alcanza a 44,1 mm, distribuida principalmente entre los meses de mayo a agosto. La aptitud de esta zona es principalmente para producción de avena, trigo, cebada, alfalfa y papas.

Clima Desértico de Altura; Agroclima Putre

El Agroclima Putre² se encuentra al oriente del clima Potrerillos, desde la frontera con Perú, un sector de la frontera con Bolivia y la frontera con Argentina, hasta un poco al norte del paralelo 29. Ocupa una superficie aproximada de 5.983.000 ha, que equivalen al 8,3 % del total. En invierno, el promedio más bajo del mes más frío es superior a -2,9° C, en tanto que la máxima media diaria del mes más frío, varía de 1° a 5° C. En verano, la máxima media de los 4 meses más cálidos es superior de 10° C. La duración de la estación sin heladas promedio (temperaturas mínimas promedio superiores a 0° C) es inferior a 1 mes. La lluvia alcanza a 256,6 mm, que caen mayormente durante los meses de enero y febrero.

V.2.1.C Meteorología

A continuación se presenta la información meteorológica de las estaciones meteorológicas ubicadas en el área del proyecto: Curva Negra (Tabla V-5) y Campamento (Tabla V-6).

Estación Curva Negra

La temperatura media anual es de $-0,3^{\circ}$ C. El mes más cálido es enero, el cual posee una temperatura media de $5,3^{\circ}$ C. Sin embargo, la temperatura máxima media fue registrada en el mes de febrero, alcanzando un valor de $17,1^{\circ}$ C. El mes más frío es agosto, con una temperatura media de $-6,6^{\circ}$ C y una temperatura mínima media de $-18,0^{\circ}$ C. En cuanto a las precipitaciones, se registraron 45,9 mm anuales.

Tabla V-5: Variables Meteorológicas Estación Curva Negra.

Estación Curva Negra (445.225 E; 6.884.380 N; 4.280 m.s.n.m.)						
Mes	Temperatura ($^{\circ}$ C)			Humedad Relativa Media (%)	Velocidad del Viento Media (m/s)	Precipitación (mm)
	Media	Máxima Media	Mínima Media			
Enero	5,3	15,1	-3,8	37,3	4,3	6,60
Febrero	4,2	17,1	-5,8	32,2	5,3	0,50
Marzo	4,1	14,7	-4,2	30,3	6,4	3,80
Abril	1,3	12,8	-8,1	29,0	8,1	0,00
Mayo	-4,4	6,6	-13,6	45,2	10,8	20,0
Junio	-5,6	7,9	-15,0	47,2	12,4	12,9
Julio	-5,3	8,5	-15,5	31,3	9,4	0,10
Agosto	-6,6	-2,7	-18,0	24,7	12,5	0,70
Septiembre	-2,7	8,7	-14,6	23,0	11,6	1,30
Octubre	0,7	11,7	-13,6	22,6	8,9	0,00
Noviembre	2,0	13,9	-11,6	20,1	5,6	0,00
Diciembre	3,2	13,5	-5,0	26,6	4,7	0,00
Anual	-0,3	11,1	-10,7	30,8	8,3	45,9

Fuente: Mediciones realizadas en Estación Curva Negra (Enero 2007- Diciembre 2007).

Estación Campamento

Los registros de la estación de monitoreo Campamento, distan aproximadamente 20 metros de las instalaciones actuales de MLCC.

La temperatura media anual es de 10,9° C. El mes más cálido es enero, el cual posee una temperatura media de 16,4° C. Sin embargo, la temperatura máxima media fue registrada en el mes de febrero, alcanzando un valor de 28,3° C. El mes más frío es agosto, con una temperatura media de 5,0° C. La temperatura mínima media fue registrada en el mes de agosto, alcanzando un valor de -7,7° C. En cuanto a las precipitaciones, se registraron 54,94 mm anuales.

Tabla V-6: Variables Meteorológicas Estación Campamento.

Estación Campamento (438.626 E; 6.888.155 N; 2.750 m.s.n.m.)						
Mes	Temperatura (° C)			Humedad Relativa Media (%)	Velocidad del Viento Media (m/s)	Precipitación (mm)
	Media	Máxima Media	Mínima Media			
Enero	16,4	26,1	6,2	26,8	2,3	0,30
Febrero	15,4	28,3	4,7	24,7	2,2	1,00
Marzo	14,9	25,7	6,1	21,9	2,2	0,00
Abril	12,5	24,9	2,7	18,1	2,1	0,00
Mayo	7,5	20,1	-3,1	28,0	2,0	44,90
Junio	5,6	18,4	-3,7	31,7	1,8	0,04
Julio	5,7	20,1	-5,6	19,2	2,0	0,10
Agosto	5,0	16,9	-7,7	15,0	2,4	0,00
Septiembre	8,7	21,5	-3,5	15,5	2,5	8,60
Octubre	12,1	24,1	-1,9	15,3	2,5	0,00
Noviembre	13,2	25,8	-2,2	15,9	2,4	0,00
Diciembre	14,3	24,7	4,4	20,4	2,4	0,00
Anual	10,9	23,0	-0,3	21,0	2,2	54,94

Fuente: Mediciones realizadas en Estación Campamento (Enero 2007- Diciembre 2007).

V.2.2 Calidad del Aire

El área de influencia directa (AID) del proyecto para este componente ambiental corresponde al campamento minero de Caserones (Sector Ramadillas Bajo). No se define un área de influencia indirecta para este componente ambiental ya que las obras del proyecto no generarán efectos potenciales sobre él.

V.2.2.A Metodología

La estación de monitoreo se instaló en el área en que se encuentran las actuales instalaciones de MLCC y en la que en el futuro se ubicará el campamento pionero, en un lugar libre de interferencias propias de las reducidas actividades desarrolladas en éste.

Las coordenadas del punto en que opera la estación:

Tabla V-7. Coordenadas Geográficas UTM del Punto en que se Ubicó la Estación Campamento

Norte	Este
6.888.056	438.747

Coordenadas UTM Datum PSAD56.

La estación se encontraba a una altura aproximada de 2.790 m.s.n.m.

Para determinar la línea de base de calidad del aire se consideró el material particulado respirable (PM10) en los sectores del proyecto que puedan constituirse en fuentes generadoras de contaminantes atmosféricos y los asentamientos humanos que puedan verse afectados por las futuras actividades del proyecto.

Para la elaboración de esta línea de base se instaló una estación (Figura V-4, Sector La Brea), en un lugar libre de interferencias propias de las reducidas actividades desarrolladas en éste. El monitoreo, se efectuó por un período de tres meses, iniciando las mediciones el 11 de octubre de 2006 y poniendo término a la campaña el 09 de enero de 2007.

El material particulado respirable, PM10, fue medido con una frecuencia de operación de una vez cada tres días y con muestreador de alto volumen con cabezal PM10. Todas las mediciones se iniciaron a las 00:00 horas y terminaron a las 24:00 horas del día en que correspondió medir. Los equipos se alimentaron de energía eléctrica a través de un generador.



Figura V-4. Ubicación Estación Proyecto.

Coordenadas UTM 6888056N, 438747 E Huso 19, PSAD56. Fuente: Elaboración propia. Google Earth.

V.2.2.B Material Particulado Respirable (PM10)

Los resultados del monitoreo de PM10 durante tres meses para el área de emplazamiento del Proyecto, (Tabla V-8) muestran que hay cumplimiento de la norma primaria diaria de PM10, siendo el valor máximo diario $24 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (03-01-2007) equivalente al 16% del indicado en la respectiva norma. El promedio del período de $11 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, es equivalente al 22% del valor de la norma anual.

Lo anterior indica que la zona en estudio tiene una holgura, de $126 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, para la concentración diaria de saturación y de $96 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ para latencia. Al considerar la concentración media anual a partir de la proyección de la medida durante tres meses, se observa una holgura de $39 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ para saturación y de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, para latencia.

En la Tabla V-8, se muestra el comportamiento de las PM10, en el período de medición, comprendido entre el 11 de octubre de 2006 y el 9 de enero de 2007.

Tabla V-8: Concentración de PM10 en Estación Campamento.

Fecha de monitoreo	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)
11-10-2006	6
14-10-2006	11
17-10-2006	7
20-10-2006	9
23-10-2006	5
26-10-2006	17
29-10-2006	7
Promedio período Octubre	9
01-11-2006	5
04-11-2006	16
07-11-2006	8
10-11-2006	12
13-11-2006	(*)
16-11-2006	4
19-11-2006	7
22-11-2006	14
25-11-2006	7
28-11-2006	10
Promedio período Noviembre	9
01-12-2006	9
04-12-2006	5
07-12-2006	7
10-12-2006	14
13-12-2006	12
16-12-2006	7
19-12-2006	13
22-12-2006	8
25-12-2006	11
28-12-2006	14
31-12-2006	17
Promedio período Diciembre	11
03-01-2007	24
06-01-2007	17
09-01-2007	18
Promedio período Enero	20
Promedio período TOTAL	11

(*) = Monitoreo de menos de 18 horas, se descarta. Fuente: Elaboración propia.

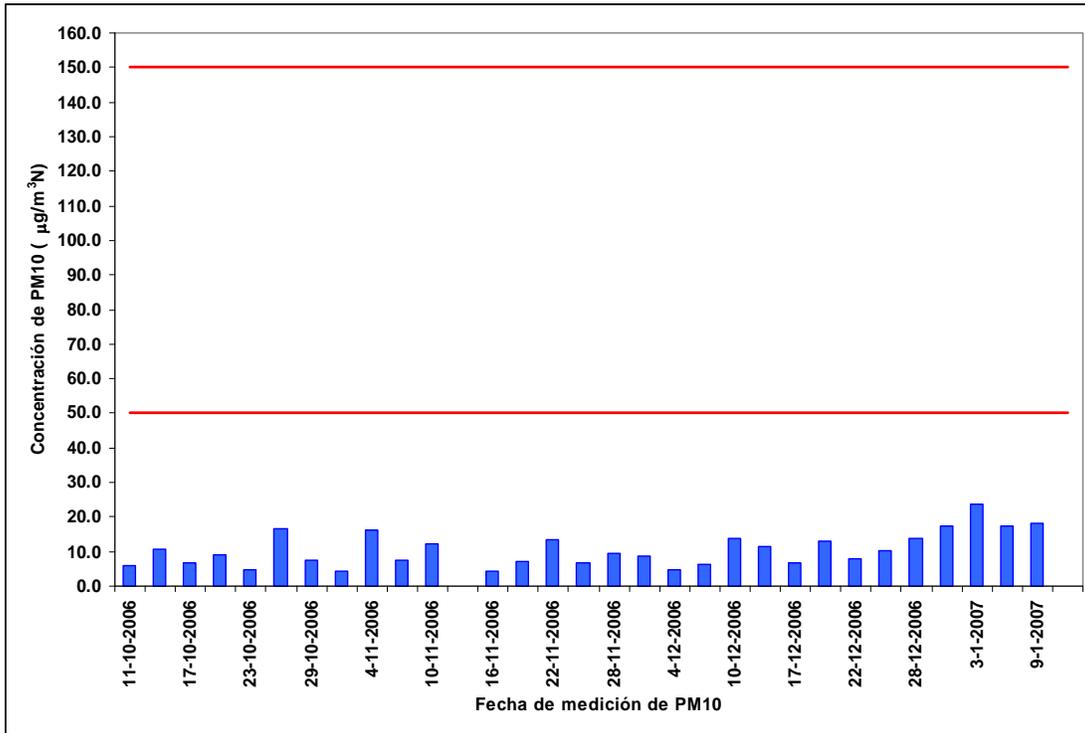


Figura V-5. Monitoreo de PM10 en Estación Campamento. Octubre 2006 a Enero 2007.

Fuente: Elaboración propia.

V.2.2.C Vientos

En la Tabla V-9 se muestra un resumen con las características de los vientos medidos en la Estación Meteorológica Campamento en Caserones, durante el período comprendido entre enero y diciembre de 2007.

Tabla V-9: Resumen de Vientos Medido en Estación Campamento en Caserones. Período 01 de Enero a 31 de Diciembre de 2007.

Variable	Valor
VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)	
Promedio período	2,24
Valor máximo	8,95
Valor mínimo	0,03

Porcentaje de calmas ⁴	0,83
DIRECCIÓN DEL VIENTO	
Dirección predominante diurna	W, WNW
Dirección predominante nocturna	ESE, E
Temperatura (°C)	
Promedio período	10,7
Valor máximo ⁵	28,3
Valor mínimo ⁶	-7,6

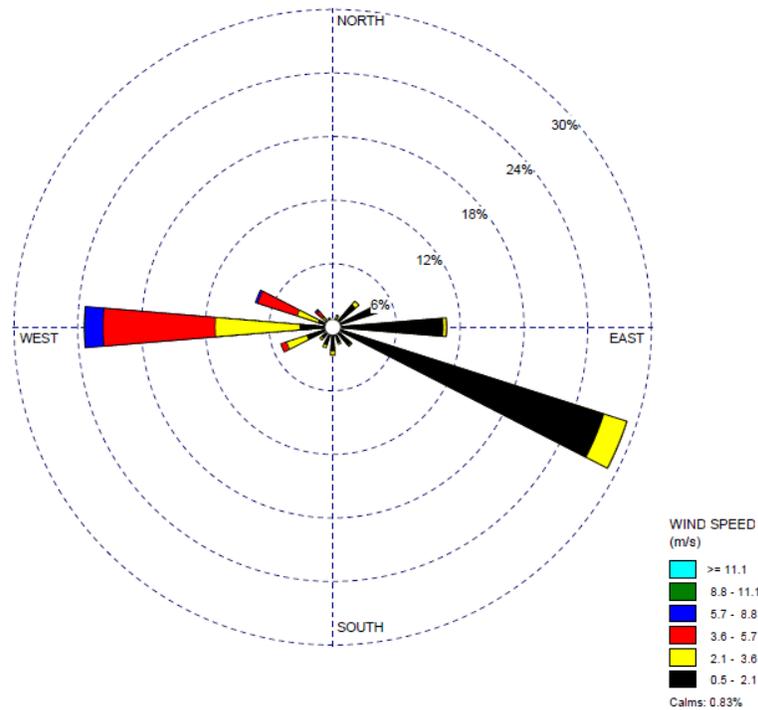


Figura V-6. Rosa de los Vientos Período Completo. Estación Campamento.

⁴ Porcentaje de calma: porcentaje del tiempo en que la velocidad del viento es menor a 0,5 m/s.

⁵ Corresponde al máximo valor horario registrado.

⁶ Corresponde al mínimo valor horario registrado.

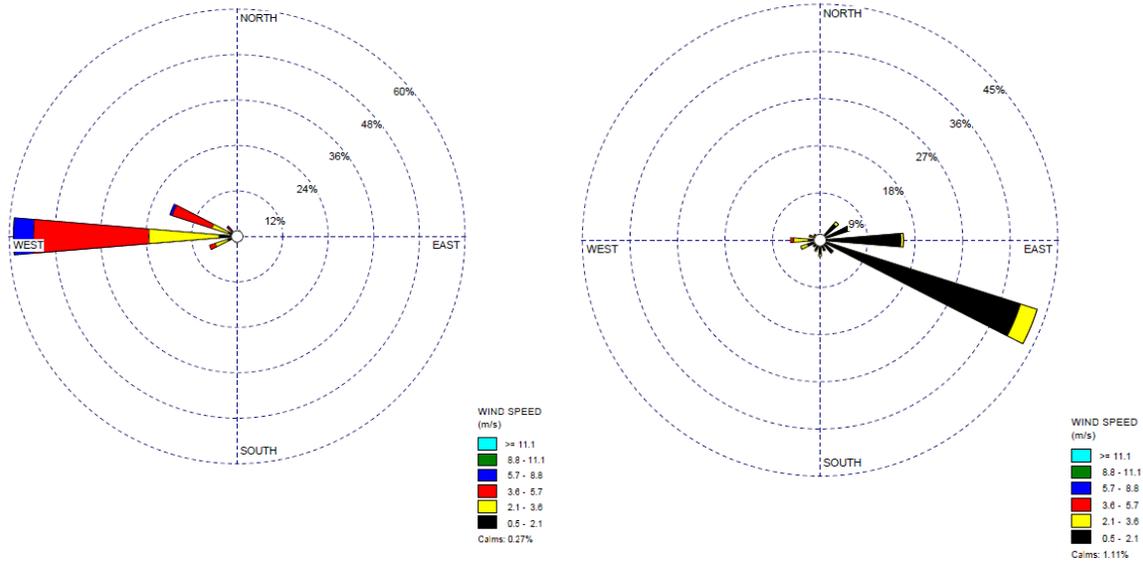


Figura V-7. Rosa de los Vientos Período Completo. Horario diurno (de 11 a 18 horas) y nocturno (19 a 10 horas), respectivamente. Estación Campamento.

En la Tabla V-10 se muestra un resumen de las características de los vientos medidos en Estación Curva Negra en Caserones, durante el período comprendido entre enero y diciembre de 2007.

Tabla V-10. Resumen de Vientos Medido en Estación Curva Negra en Caserones. Período 01 de Enero a 31 de Diciembre de 2007.

Variable	Valor
VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)	
Promedio período	8,36
Valor máximo	36,16
Valor mínimo	0,0
Porcentaje de calmas ⁷	1,38

⁷ Porcentaje de calma: porcentaje del tiempo en que la velocidad del viento es menor a 0,5 m/s.

Variable	Valor
DIRECCIÓN DEL VIENTO	
Dirección predominante diurna	NW, NNW
Dirección predominante nocturna	NNW, NW, N
Temperatura (°C)	
Promedio período	-0,35
Valor máximo ⁸	17,11
Valor mínimo ⁹	-17,99

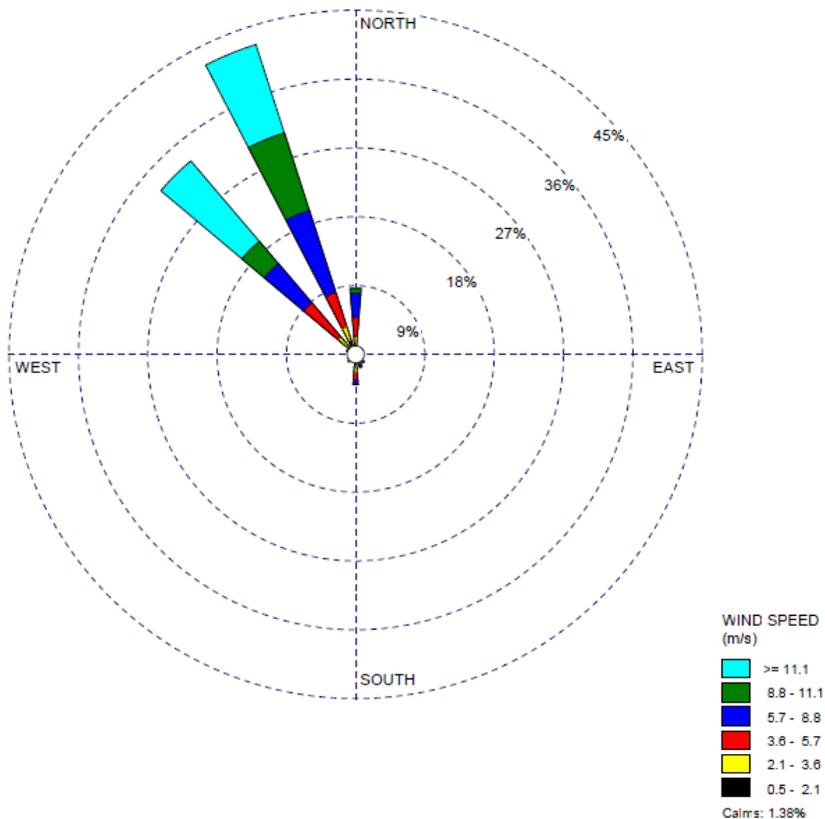


Figura V-8. Rosa de los Vientos Período Completo. Estación Curva Negra.

⁸ Corresponde al máximo valor horario registrado.

⁹ Corresponde al mínimo valor horario registrado.

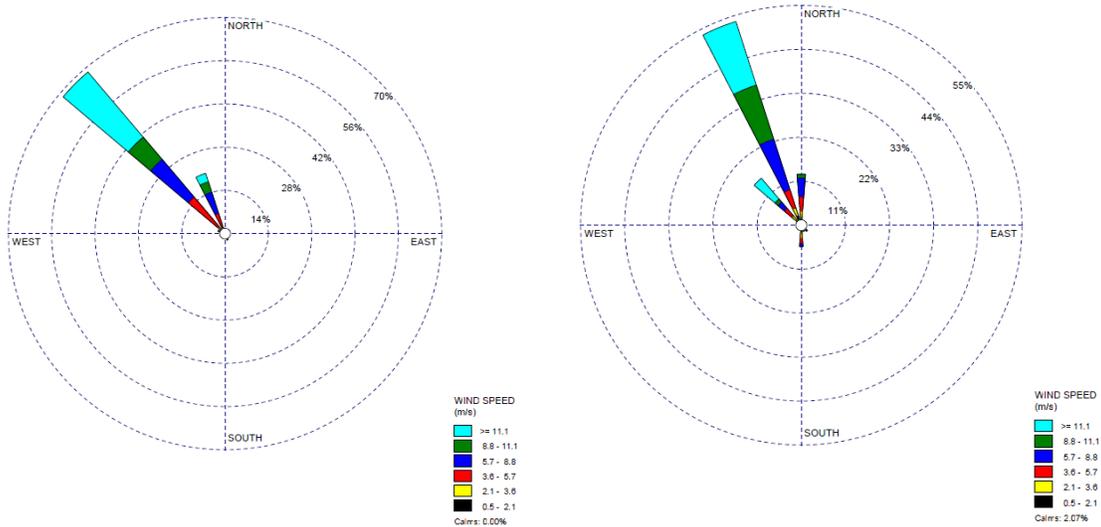


Figura V-9. Rosa de los Vientos Período Completo. Horario diurno (de 11 a 18 horas) y nocturno (19 a 10 horas), respectivamente. Estación Curva Negra.

Fuente: Elaboración propia

V.2.2.D Conclusión

De acuerdo a los resultados de tres meses de medición, se puede concluir que el aire de la zona del Proyecto Caserones es de muy buena calidad y que cumple holgadamente con la normativa de calidad de aire diaria y anual proyectada.

V.2.2.E Valoración Ambiental

No se ha valorado este componente ambiental ya que la calidad de éste componente está normada, por lo que su impacto se evalúa en función del cumplimiento de la normativa de calidad ambiental (ver Capítulo 6 Evaluación de Impactos Ambientales).

V.2.3 Geomorfología

El área de influencia directa de este componente ambiental corresponde al polígono que comprende las áreas en que se emplazarán las obras físicas del proyecto (Figura V-2). El área de influencia indirecta corresponde a una franja de 50 m alrededor del área de influencia directa.

V.2.3.A Metodología

La descripción de la geomorfología regional y local del proyecto se efectuó a través de estudios de percepción remota y revisión bibliográfica de la zona del proyecto.

V.2.3.B Geomorfología Regional

Según la clasificación de Börgel¹⁰, la región de Atacama, corresponde a la Región Septentrional de las Pampas Desérticas y Cordilleras Prealtiplánicas y a la Región de las Planicies Litorales y Cuencas del Sistema Montañoso Andino Costero. Estas zonas están divididas en cuatro zonas geomorfológicas representadas por los accidentes geográficos mayores que son comunes en la mayoría del territorio nacional. Estas zonas son la Cordillera de los Andes, Depresión Intermedia, Cordillera de la Costa y Costa. Dentro de estas zonas es posible encontrar subunidades geomorfológicas, que se muestran en la Figura V-10, de las cuales se tomaron las que se verán involucradas en el desarrollo del proyecto y en la extracción del mineral.

¹⁰ Börgel, R.1983. Geomorfología. Instituto Geográfico Militar, Santiago de Chile27-70

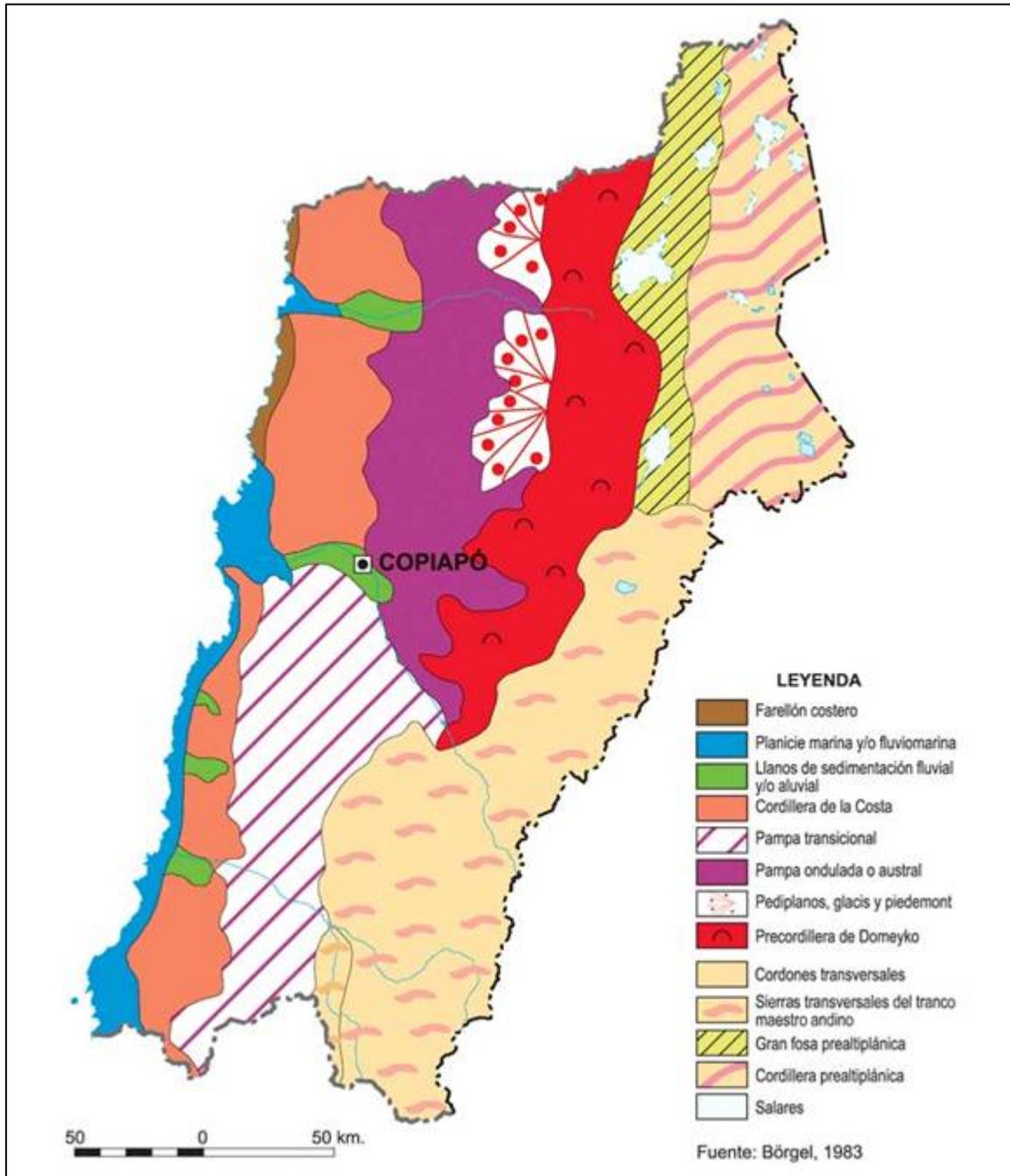


Figura V-10. Subunidades Geomorfológicas para la Región de Atacama.

Fuente: Börgel 1983.

Las subunidades geomorfológicas presentes en la Región de Atacama, se describen a continuación en sentido este - oeste.

Sierras Transversales del Tronco Maestro Andino

Esta zona se extiende desde el nevado Ojos del Salado hasta el Cerro Juncal por el sur, con un ancho medio de 90 km y una extensión longitudinal de 630 km. Las cordilleras y sierras transversales que se inscriben en esta zona presentan un acelerado drenaje exorreico, en la medida que ganan altitud. A consecuencia de esto el desplazamiento de la cordillera por erosión de las aguas corrientes permite una profunda penetración de los valles en su tronco principal.

Precordillera de Domeyko

La precordillera de Domeyko se origina en el oligoceno como una serranía baja, pero su altura y envergadura actuales corresponden a las dislocaciones tectónicas pliocénicas luego de las grandes efusiones liparitas que sepultan las cordilleras altiplánicas. La falla del Bordo, en el flanco oriental, indica la línea sobre la cual subió esta precordillera empinándose sobre una flexura de gran curvatura que manteea hacia el poniente.

Esta precordillera, entre el volcán Tacora por el norte y la quebrada de Paipote por el Sur, representa, un biombo morfológicamente importante. Constituye el encadenamiento N-S, más al occidente del sistema andino y no presenta caracteres volcánicos. Solamente adquiere características volcánicas, cuando deriva hacia el este, como es el caso de las nacientes río Loa, en los volcanes Miño y Aucanquilcha.

Pampa Ondulada o Austral

Corresponde a la porción de la depresión intermedia instalada entre las sierras Vicuña Mackenna, del Muerto y Peñafiel por el norte y el río Copiapó por el sur.

La fuerte tendencia de la porción meridional de la precordillera de Domeyko para enviar cordones transversales que avanzan desde el este sobre la pampa determina una asfixia de este sector intermedio. Numerosas sierras diseccionan la continuidad del plan alto pampino en cuencas y llanos. Por otra parte, el activo desarrollo de quebradas litorales y otras que logran cruzar la pampa, aunque con escurrimiento espasmódico, da origen a una topografía más amena que las precedentes.

Llanos de Sedimentación Fluvial y/o Aluvial

En el sector comprendido entre el valle del río Elqui y Aconcagua los llanos de sedimentación fluvial ocupan los cursos medios de dichos ríos y sus homónimos: Limarí, Choapa, Petorca, La Ligua y Aconcagua.

Esta zona tiene una estrecha relación con el poblamiento de la región. En los cursos medios se realizan las principales confluencias de donde derivan recursos hidrológicos óptimos para el desarrollo agrícola, retroceso de las laderas de los cerros por erosión y con esto mayor amplitud de las tierras planas y finalmente relleno fluvial con materiales de acarreo escalonado en terrazas.

Planicie Marina y/o Fluviomarina

Las características de costa de levantamiento que presenta el litoral de la región de Atacama dan como resultado planicies de breve desarrollo, muy estrechas e interrumpidas por estribaciones desprendidas de la pampa alta y de la cordillera de la costa. Estas estribaciones descienden hasta el borde mismo de las playas locales, generando la fuente de origen para una activa erosión marina.

El área del proyecto se inserta en la subunidad geomorfológico de las Sierras Transversales del Tronco Maestro Andino.

V.2.3.C Geomorfología Local

Algunos de los indicadores morfológicos del área del proyecto se describen a continuación.

Altitud

En la Figura V-11 se detallan los fenómenos altitudinales que se encuentran en el área del proyecto.

Pendientes

Se clasificaron las pendientes asociadas al proyecto en la Figura V-12.

Apoyándose en un modelo propuesto por Marsh¹¹ (1978), podemos definir ciertas características geomorfológicas del área de influencia, en función de la pendiente asociada, lo que muestra la Tabla V-11.

Tabla V-11. Relaciones Grado de Pendiente / Geomorfología (Según Marsh, 1978).

Pendiente (Grados)	Proceso (Erosión / Deposición)	Textura del Suelo	Tipo Geomorfológico
0 – 5°	Depósito fluvial	Arcillas, limos, arenas con partículas mayores	Llanura de inundación
5 – 10°	Escorrentía, depósito de rocas	Gruesa, con mezcla de arena, limo y arcilla	Pie de ladera o terraza
10 – 20°	Transicional		
20 – 40°	Depósitos de rocas	Muy gruesa	Taludes y conos de desmoronamiento
40 – 60°	Transicional		
60 – 90°	Alteración atmosférica y movimiento de masas (desprendimiento de rocas y deslizamientos)	Ninguna (roca madre compacta y/o alterada)	Escarpe, cuesta, risco

Exposición de Laderas

Se muestran las exposiciones asociadas al sector del proyecto en la Figura V-13.

¹¹ Marsh, William M. 1978. Environmental Analysis for Land Use and Site Planning. McGraw-Hill, New York.

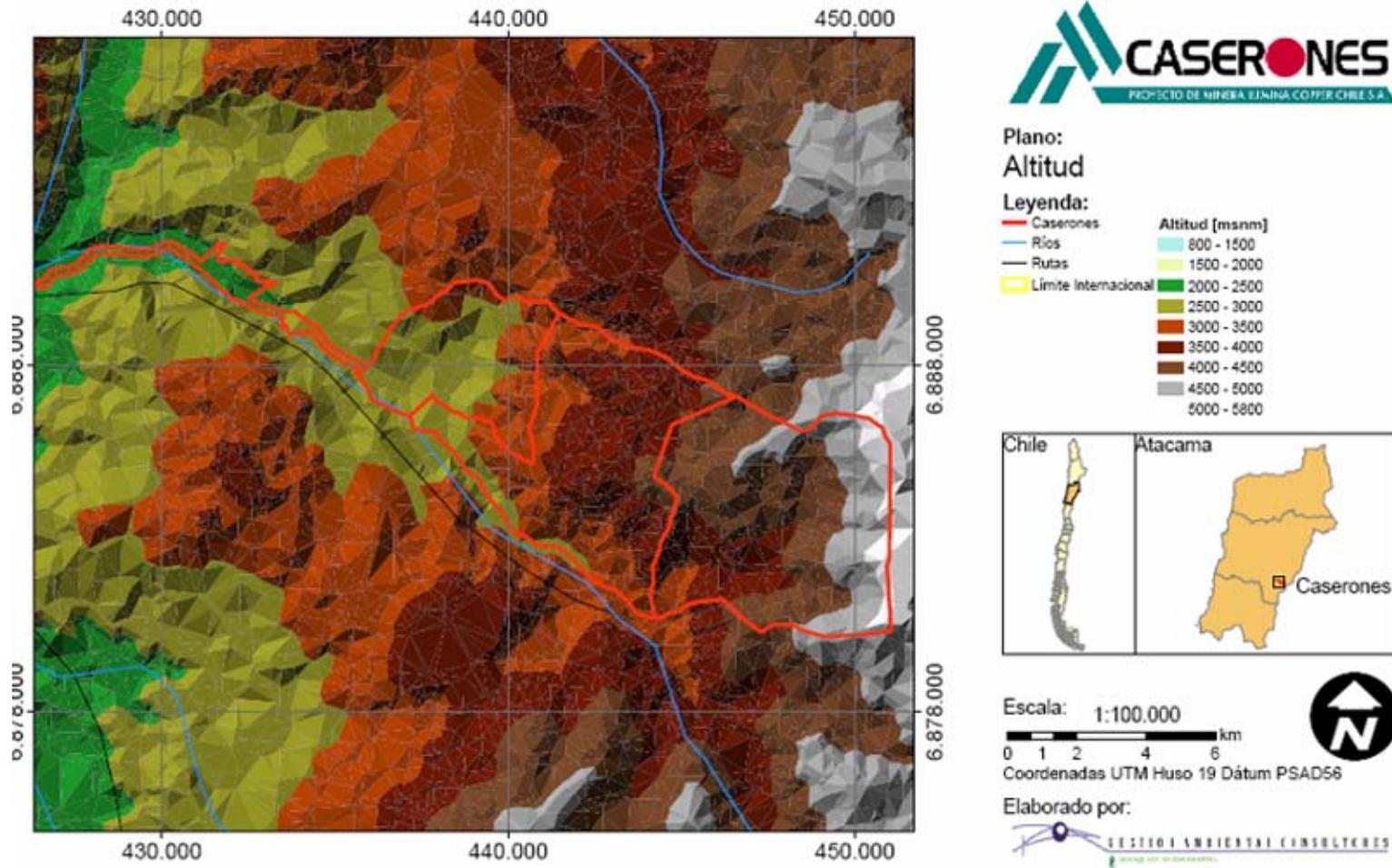


Figura V-11. Clasificación de las Altitudes del Área del Proyecto.

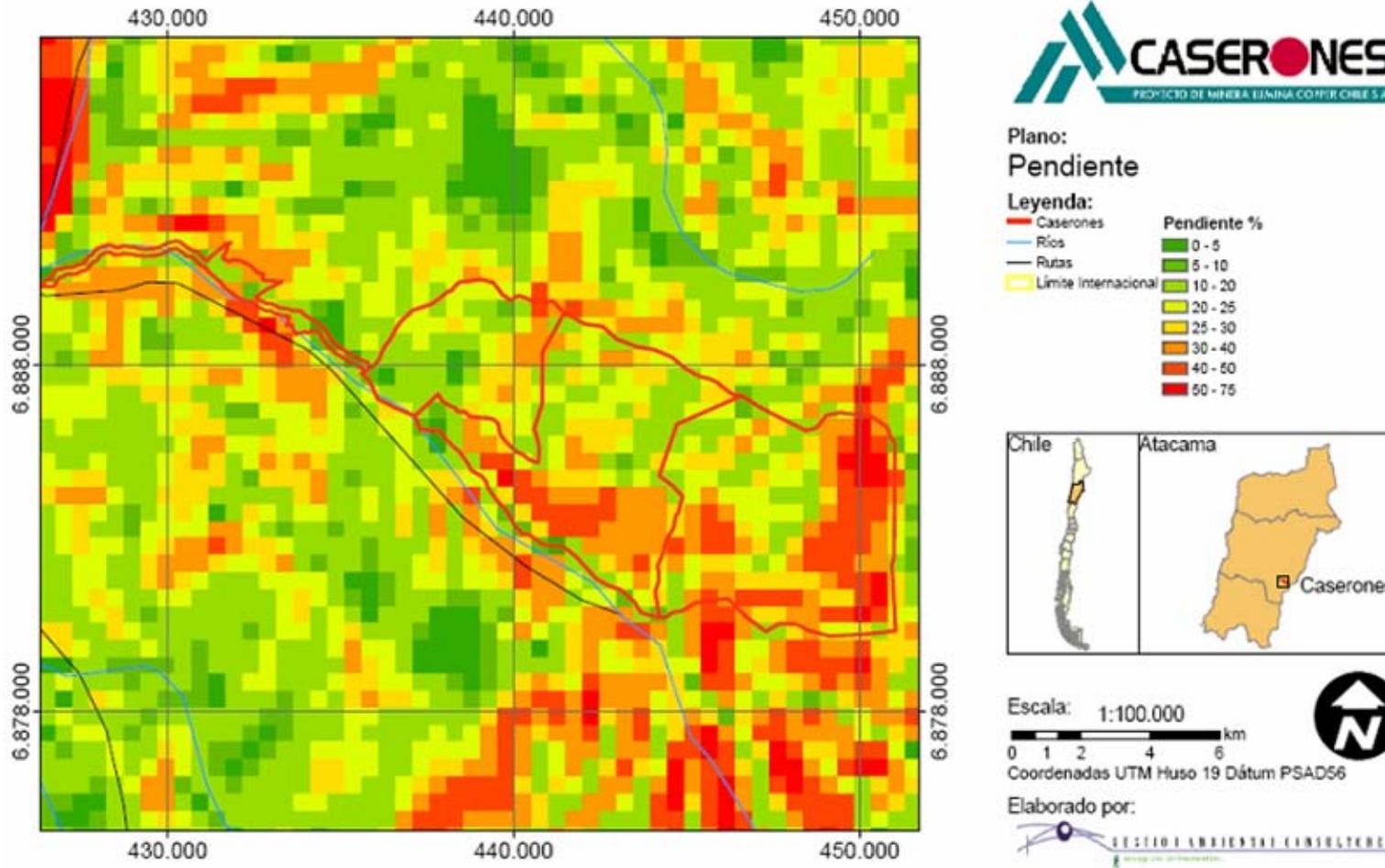
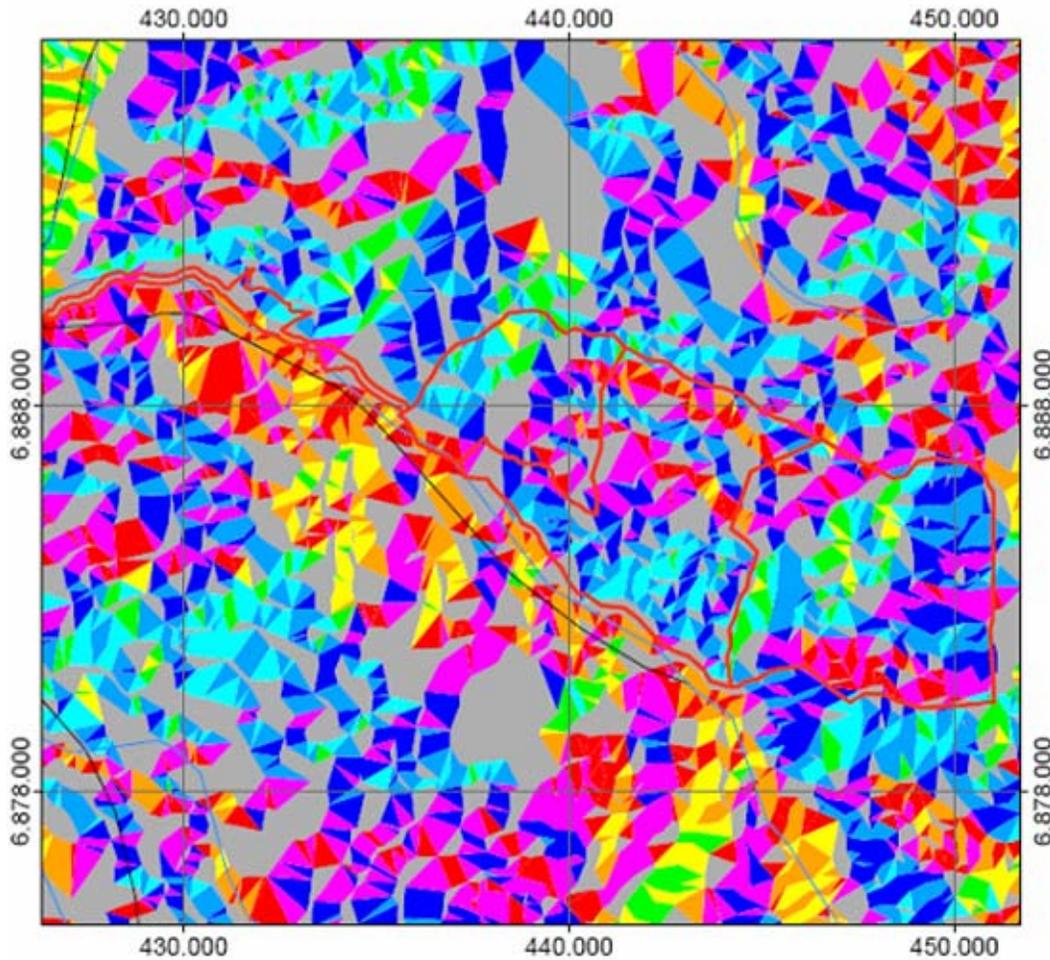


Figura V-12. Clasificación de las Pendientes del Área del Proyecto.



Plano:
Exposición

Leyenda:

— Caserones	Exposición
— Ríos	Plano
— Rutas	Norte (337.5 - 22.5)
— Limite Internacional	Noreste (22.5 - 67.5)
	Este (67.5 - 112.5)
	Sureste (112.5 - 157.5)
	Sur (157.5 - 202.5)
	Suroeste (202.5 - 247.5)
	Oeste (247.5 - 292.5)
	Noroeste (292.5 - 337.5)



Escala: 1:100.000

0 1 2 4 6 km

Coordenadas UTM Huso 19 Dátum PSAD56

Elaborado por:



Figura V-13. Clasificación de las Exposiciones del Área del Proyecto.

V.2.3.D Conclusiones

El sector del proyecto corresponde a la geomorfología típica descrita para la parte norte de las “sierras transversales del tronco maestro andino”, en la cual el paisaje se ve dominado por valles longitudinales creado por afluentes superiores de algunos ríos (río Vizcachas de Pulido y río Jorquera, afluentes del río Copiapó), y por cumbres de más de 5.000 m.s.n.m. sobre el límite fronterizo.

V.2.3.E Valoración Ambiental

La valoración del componente ambiental Geomorfología es 5, es decir, una relevancia moderada (ver V.11 Valoración de los Componentes Ambientales, más adelante).

V.2.4 Geología

No se definen áreas de influencia directa e indirecta para este componente ambiental ya que las obras del proyecto no generarán efectos directos o potenciales sobre él.

V.2.4.A Metodología

La línea de base geológica se basa en el mapeo geológico realizado en el área donde se desarrollará el Proyecto Caserones incluyendo el sector del yacimiento, botadero de lastre y áreas vecinas donde se instalarán las plantas, el acopio de relaves grueso, el embalse de relaves finos, y los campamentos pionero, de construcción y de operación, además de toda la infraestructura de apoyo.

El mapa geológico-estructural se realizó sobre ortofotos capturadas a escala 1:10.000 y un levantamiento topográfico escala 1:50.000, que cubre la totalidad del área de estudio, los cuales fueron llevados a la escala de trabajo 1:10.000 en sistema cartográfico PSAD 56, Huso 19.

Para la ubicación en terreno, se utilizó GPS manual, calibrado con puntos de referencia extraídos del mapa en cuestión.

Anexo al mapeo geológico, se registraron puntos de control en lugares donde se realizaron observaciones tanto de detalle como generales, dichos puntos se incluyen en el mapa geológico.

V.2.4.B Geología Regional

De acuerdo al mapa geológico regional, el proyecto se ubica en:

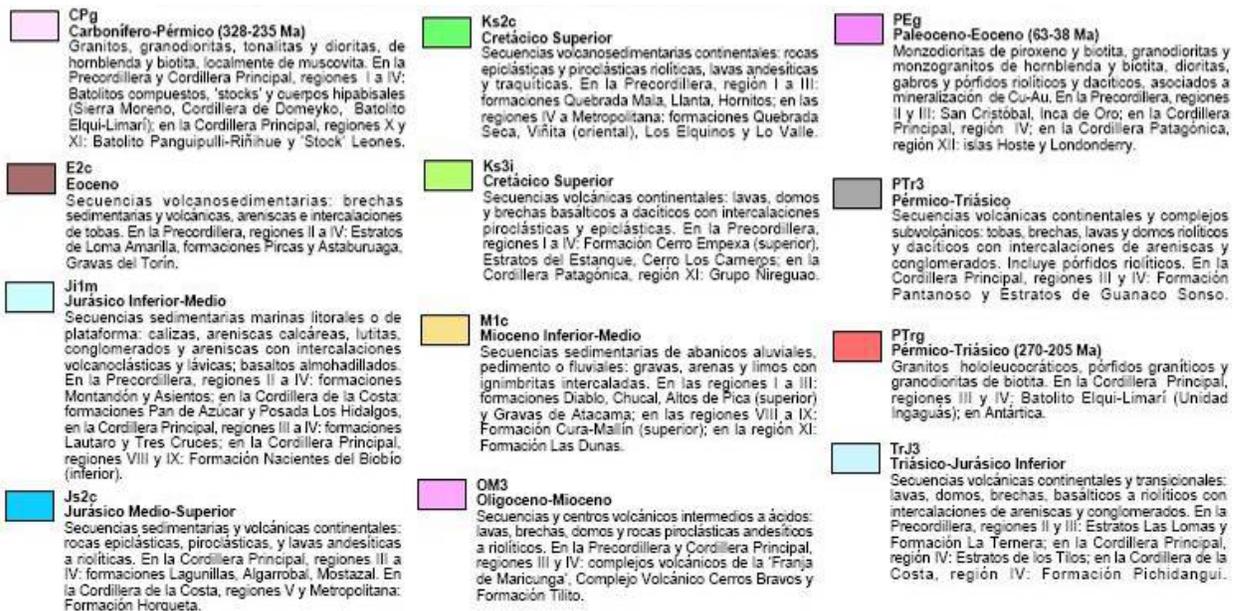
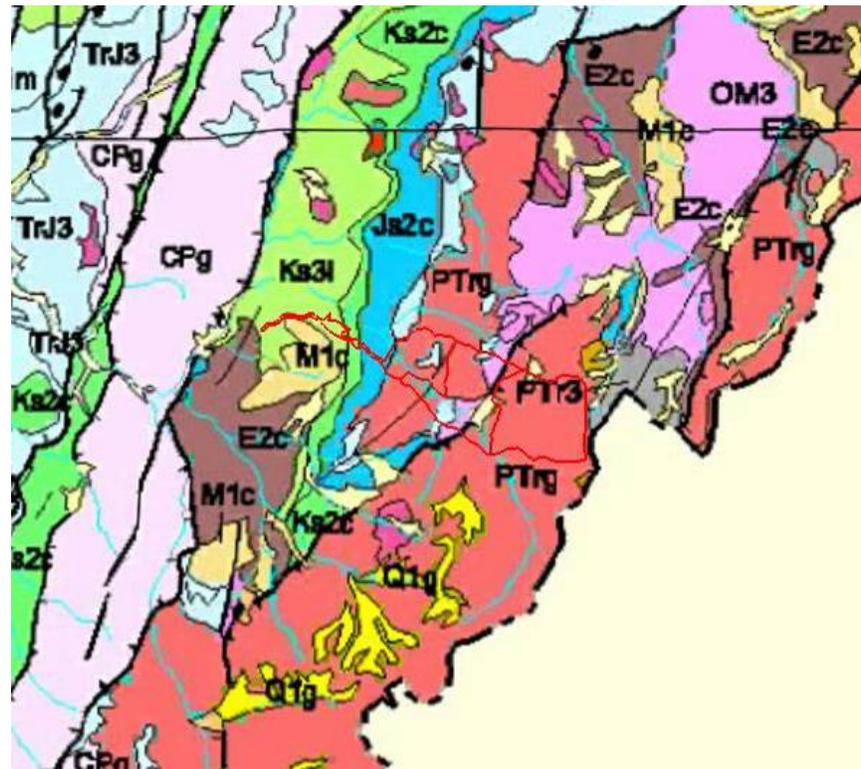


Figura V-14. Mapa Geológico Regional.

Fuente: SERNAGEOMIN. Mapa Geológico de Chile: Versión Digital. Publicación Geológica Digital, N°4, 2003.

V.2.4.C Geología Local

A continuación se presenta la caracterización de la geología en el área del proyecto¹². El informe geológico completo se adjunta en el Anexo V-1. En el área de estudio se pueden reconocer dos sectores bien diferenciados:

- Una zona oriental, más alta y abrupta (Figura V-15) que corresponde mayoritariamente a rocas intrusivas paleozoicas y terciarias. En esta zona las plutonitas paleozoicas soportan una cubierta volcanoclástica dispuesta en discordancia de erosión y que conforman “parches” o afloramientos discontinuos sobre el intrusivo paleozoico (Figura V-16).
- Una zona occidental, relativamente más baja y angosta con pendientes más suaves, compuesta por rocas estratificadas sedimentarias y volcánicas que presentan un manto general hacia el oeste entre 25° a 30° (Figura V-17).



Figura V-15. Panorama de la Secuencia de la Formación Lagunillas hacia el Sur desde la cuchilla NW de la quebrada La Brea. Se aprecia la actitud regular y monoclin al W de las capas sedimentarias.

¹² Arcadis Geotécnica. 2008. Minera Lumina Copper Chile S.A. Proyecto Caserones: Geología del Proyecto, Apoyo EIA. N°3339-0000-GE-INF-003.



Figura V-16. Panorama hacia el SE desde la ladera NW de la quebrada La Brea mostrando las secuencias volcanosedimentarias.



Figura V-17. Vista aérea del sector al Este del Campamento y al sur de la quebrada La Brea mostrando los parches de afloramientos de la Formación Ternera sobreyaciendo en discordancia de erosión al granito paleozoico.

El límite entre estos dos sectores lo constituye la quebrada La Brea, la que se emplazó a lo largo del contacto entre las rocas estratificadas y las intrusivas, debido, muy probablemente, a erosión diferencial.

Una serie de estructuras de originadas por contracción térmica y/o tectónica (diaclasas, fracturas y fallas) afectan intensamente a las unidades de roca presentes en el área, especialmente a los granitoides paleozoicos (Figura V-18).



Figura V-18. Panorama de un afloramiento del granito paleozoico en la quebrada La Brea. Vista hacia el NW. Se aprecia el intenso fracturamiento por diaclasamiento que afecta a estas rocas. Al fondo atrás, se observan las secuencias sedimentarias triásicas y jurásicas que sobreyacen a las intrusivas paleozoicas.

La cubierta de depósitos cuaternarios es importante, tanto como depósitos coluviales de ladera, de fondo de valle y/o depósitos de deslizamientos en masa los que son de origen variado y frecuentes en el área de estudio debido al fracturamiento ya mencionado y al intenso fenómeno de crioclastismo que se advierte en el área, especialmente en el sector Oriental.

Estratigrafía

Las unidades estratificadas involucradas en el área consisten en:

- A. Una secuencia volcanoclástica, principalmente andesítica, de color verde a negro en afloramiento que en este trabajo se asimila de manera preliminar, por similitud de facies y ubicación litoestratigráfica y de relaciones de contacto, a la formación La Ternera (BRÜGGEN, 1950: enmen. JENSEN, 1976) del Triásico Superior-

Liásico cuyo lugar tipo se ubica aproximadamente a unos 150 km hacia el N del área de estudio.

- B. Sobre esta unidad sobreyace, en aparente concordancia, una secuencia sedimentaria roja (Figura V-19) compuesta principalmente por areniscas rojas y conglomerados rojos a rosados y que se ubican en el límite oeste del área. Esta secuencia ha sido asignada, por similitud litoestratigráfica, al menos en su parte inferior, con la Formación Lagunillas (JENSEN, 1976) del Jurásico.



Figura V-19. Panorama de la ladera NW de la quebrada La Brea mostrando la Formación Lagunillas (miembro Cocámbrico) sobreyaciendo a la Formación La Ternera, parte derecha de la foto. Vista tomada hacia el WNW.

De acuerdo a las observaciones de terreno, estas unidades mesozoicas, se disponen sobre una paleosuperficie irregular labrada sobre los granitoides paleozoicos y son recortadas a su vez por filones de andesíta a microdiorita de edad indeterminada.

Formación La Ternera (Triásico Superior-liás) (Brüggen, 1950; enmend. Jensen, 1976)

Esta unidad, en su lugar tipo, ubicado al norte del área de estudio consiste en una secuencia sedimentaria y volcánica de hasta 1.200 m de espesor, apoyada en discordancia de erosión sobre granitoides paleozoicos. Así normalmente se han distinguido en esta unidad tres miembros:

- A. Miembro basal compuesto por facies clásticas sedimentarias dispuestas en discordancia de erosión sobre granitoides paleozoicos, de hasta unos 120 m de potencia.

- B. Miembro medio de más de 1.000 m de espesor y compuesto por volcanitas las que se apoyan, directamente también, sobre los granitoides paleozoicos. Las volcanitas corresponden a lavas andesíticas y andesítico-basálticas y basaltos. Estas rocas, de color gris-violáceo a pardo-verdoso, afaníticas a algo porfíricas, se disponen en coladas de hasta 4 m de espesor, con brechas en su base y techo y con abundantes amígdalas rellenas con calcita y calcedonia. Incluyen, además, delgadas intercalaciones de tobas, areniscas y limolitas.
- C. El Miembro superior corresponde a una secuencia de tobas líticas de lapilli y brechas piroclásticas, de color verdoso que alternan con lavas andesíticas y basálticas y delgadas intercalaciones lenticulares de brechas con fragmentos andesíticos. En la parte superior aparece una delgada Intercalación sedimentaria marina liásica en el sector del río Jorquera.

En el área de estudio las rocas de esta unidad se distribuyen en parches sobre la superficie erosionada del granito y en una línea de afloramiento a lo largo de la quebrada La Brea la que reposa en contacto depositacional sobre el intrusivo paleozoico.

En los afloramientos visitados las rocas que afloran son mayoritariamente andesitas y basaltos principalmente de color negro verdoso oscuro a gris morado oscuro y conglomerados (orto-). Se presentan como lavas andesíticas afaníticas grises y basaltos microcristalinos a afaníticos; son lavas fuertemente vesiculares en su parte media superior y las vesículas se presentan con relleno de zeolita y a veces calcita, algunas delgadas intercalaciones de tobas ácidas (riodacita a riolitas), de colores gris verdoso y rosado claro, se aprecian intercaladas con las lavas más oscuras.

Asociados a la secuencia se observan dispuestos netamente sobre el granito paleozoico, niveles de ortoconglomerados monomíticos basales cuyos clastos corresponden exclusivamente a andesitas similares a las de la secuencia, los clastos son grandes y redondeados. El rumbo de los estratos es generalmente NS a N5-10°W/25W. En general, ni las lavas ni los niveles conglomerádicos presentan alteración visible, en cambio los niveles de tobas presentan colores abigarrados entre rojo y verde lo que indica al menos una alteración clorítica de la matriz piroclástica.

Toda esta unidad correspondería, por similitud litológica y ubicación litoestratigráfica similar, al Miembro Medio de la Formación La Ternera.

Formación Lagunillas (Jurásico) (Jensen, 1976)

Esta unidad corresponde a una secuencia de aproximadamente 1.000 m de espesor la que se apoya concordantemente ya sea, sobre la Formación Lautaro (La Guardia, río Figueroa, río Turbio) o bien sobre la Formación La Ternera, al este del río Vizcachas de Pulido. Es cubierta, concordantemente, por la Formación Quebrada Monardes (Jurásico superior-Cretácico inferior) e Incluye dos miembros:

- A. Miembro Inferior (Cocámbico): hasta 600 m de conglomerados rojos y brechas conglomerádicas de grano fino a medio, con clastos subredondeados de granitos y riolitas paleozoicas, en una matriz con fragmentos cristalinos de cuarzo, plagioclasa y feldespato potásico. Alternan con areniscas rojas, arcósico-cuarcíferas, de grano medio, con estratificación cruzada y paralela, figuras de carga y marcas de grietas de barro que indican paleosuelos. Según Jensen (1976), en Quebrada Plaza, el Miembro Cocámbico presenta delgados niveles calcáreos de color pardo-amarillento (espantas extraclásticas) con gastrópodos (*Critinella* sp.) de probable origen marino (Corvalán, in Jensen, 1976). Un nivel calcáreo ocurre, además, en el techo del miembro entre el valle del río Turbio y la ladera oriental del río Figueroa, aguas arriba de la Guardia (3-5 m de “calizas evaporíticas brechizadas”, Soffia, 1989). Según Jensen (1976) este miembro representaría a facies de ambiente transicional a marino-continental (“facies shabkalitoral”).
- B. Miembro Superior (Peñasco Largo): hasta 500 m de coladas andesíticas a andesítico-basálticas, de textura porfírica a intergranular, color gris oscuro a pardo violáceo, con fenocristales de labradorita y olivino subautomórfico, dispuestos en una masa fundamental pilotaxítica. Presentan abundantes amígdalas rellenas con calcita.

En el área de estudio, dentro de los límites definidos para el presente informe, sólo aflora el Miembro Inferior (Cocámbico) el que forma una faja continua de dirección general NS el que corre mayoritariamente a lo largo de la ladera oriental del valle de la quebrada La Brea y en parte sobre la ladera oriental de la misma quebrada al sur del campamento pionero y hasta la quebrada Ramadilla, prolongándose hacia el sur.

La orientación de las capas es regular de buena estratificación con rumbos entre N5 a 15°W/30°W. En la parte alta y media de la quebrada La Brea, esta unidad se dispone en aparente concordancia sobre las lavas superiores del Miembro Medio de la Formación La Ternera y, a partir de la parte baja de la quebrada La Brea, al sur del campamento pionero

y hasta la quebrada Ramadilla y más al sur, la base de la unidad reposa directamente sobre el granito paleozoico.

El espesor total de esta columna es de unos 240 m aproximadamente. Hacia el oeste, sobre esta secuencia sedimentaria se dispone una secuencia más oscura, aparentemente volcánica, que podría corresponder al Miembro superior de la Formación Lagunillas.

Las sedimentitas arriba descritas son en general regular a bien seleccionadas, de carácter polimíctico, el color rojo de las rocas se debe en gran parte a la presencia de limonita tanto en la matriz como formando un cemento entre los granos y clastos junto con calcita.

El miembro inferior de la Formación Lagunillas puede ser considerado como depositado en ambiente continental a supralitoral, las estructuras presentes en algunos niveles indican depositaciones en condiciones eólicas y/o acuáticas, también en parte en un ambiente de sabhka litoral.

Rocas Intrusivas

En el área se distinguen al menos tres grupos de rocas intrusivas, que además serían de edades distintas:

Un primer grupo constituido por granitos a sienogranitos de grano grueso, en el que se distinguen el denominado Granito Caserones, del Carbonífero Superior, que incluye granitos rojos gruesos de biotita y anfíbolos y con facies subordinadas de microgranito, y el Granito El Colorado, descrito como un leucogranito de biotita y muscovita de grano medio a grueso.

Un segundo grupo lo constituyen afloramientos de monzogranitos de color claro con cuerpos porfídicos epizonales asociados, que varían de dioríticos a cuarzo-dioríticos, este conjunto correspondería a la extensión sur de la Franja de Maricunga, la cual incluye varios depósitos minerales de edad Mioceno Superior.

Asociados a este grupo en el área de la mina aparecen diques y sills y un probable cuello volcánico con autobrechas relacionadas, todas reconocibles hacia el oriente del área de estudio, en torno al futuro rajo de la mina Caserones. El cuerpo cuarzo-diorítico, de textura microfanerítica, del sector de la mina presenta xenolitos de los granitoides paleozoicos, lo que demuestra la posterioridad de estos cuerpos intrusivos para los cuales existe una edad (comunicación oral Sr. Luis Serrano, 2008) de 25 Ma.

Una serie de cuerpos subvolcánicos o “necks y diques andesíticos (microdioríticos) asociados (Figura V-20 y Figura V-21), de hasta 15 m de espesor y de textura homogénea

y algunos filones más ácidos, son reconocibles en toda el área de estudio. Las rocas estratificadas de la parte oriental del área de estudio son afectadas por estos filones y/o diques. La edad de estos cuerpos intrusivos es estimada Cretácico Superior.



Figura V-20. Panorama hacia el WNW desde el camino a la mina. Vista tomada hacia la ladera NW de la quebrada La Brea mostrando la secuencia de la Formación La Brea cortada por un filón andesítico presumiblemente de edad Cretácico Superior.



Figura V-21. Vista de detalle de un sistema de diques andesíticos intruyendo a los ortoconglomerados en la cuchilla de la ladera NW al norte del campamento.

Depósitos No Consolidados

En el área se reconocen una variedad de depósitos no consolidados que conforman la cubierta cuaternaria actual. Entre ellos se distinguen principalmente:

- Escombros de falda, estos depósitos conforman una parte importante de toda la superficie del área, se trata de depósitos coluviales proximales, depositados en laderas constituidos por material fino a grueso con poca participación, en general, de arcillas, las que están presentes en baja proporción, principalmente debido a la remoción de éstas por el agua durante la época de deshielo, estos depósitos se encuentran en equilibrio metastable y en algunas ocasiones sobrepasan los 30° de inclinación. En los cortes e caminos en muchas ocasiones se puede observar la alternancia de materiales finos y gruesos lo que típico de coluvios en estado de solifluxión. Algunas veces estos depósitos conforman en superficie verdaderos planos o corredores de avalanchas y otras veces aparecen cortados por canaletas de erosión producto del hielo, sobre todo en las partes más altas.



Figura V-22. Panorama general hacia el norte del área de la mina Caserones mostrando la cubierta coluvial sobre el monzogranito.

- Deslizamientos en masa. Estos depósitos son menos frecuentes pero se observan en algunos sectores, especialmente interesantes son las acumulaciones de este tipo que se observan sobre la ladera oriental de la quebrada La Brea, en donde, aguas arriba del actual campamento, se pueden apreciar como estos materiales se han derramado sobre los afloramientos más orientales de la Formación La Ternera, cubriéndola parcialmente.

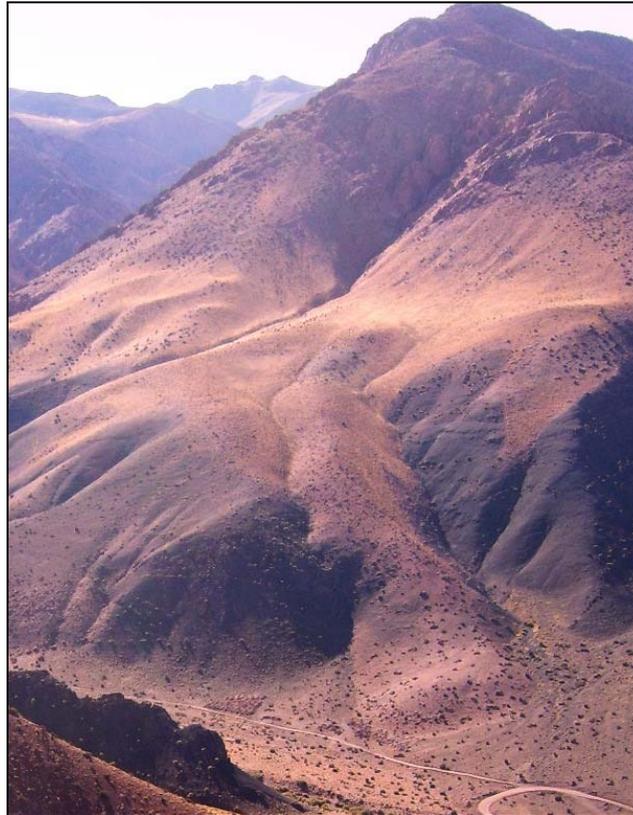


Figura V-23. Vista de deslizamiento en masa antiguo y en parte rodado, sobre la ladera SE del quebrada La Brea, aguas arriba del campamento. Se aprecia claramente el lóbulo frontal terminal que se depositó sobre depósitos aterrazados coluviales del fondo del valle.

- Conos de deyección, son conos pequeños estrechos de alta pendiente y de espesores considerables en la parte baja del cono en su salida a las quebradas de las que son tributarios, la mayoría de ellos han sido cortados por avenidas en el cauce principal al que salen, algunos de ellos se pueden observar a lo largo de la quebrada Ramadillas y al menos uno de cierta importancia en el sector de la quebrada La Brea cercano al campamento pionero.



Figura V-24. Panorama de detalle de los conos de deyección en la parte alta de la quebrada Ramadillas, Aguas arriba del sector de El Tambo. Se aprecia el espesor decamétrico de los depósitos.



Figura V-25. Panorama general del sector del Tambo hacia el norte. Se aprecia a la izquierda la quebrada Caserones y a la derecha la quebrada Ramadillas, en ella se advierte claramente una canaleta de erosión que corta a los conos de deyección y a la terraza del sector de El Tambo, la que fue causada por una crecida o aluvión.

- Depósitos de fondo de valle, constituyen el fondo plano de las quebradas principales tales como la quebrada Ramadillas y La Brea, además de otras menores; corresponden a depósitos aterrazados, de variada composición granulométrica, la que acentúa el carácter episódico torrencial de estos depósitos que ocurren principalmente durante crecidas del cauce que contienen, son materiales altamente porosos y permeables y poco resistentes a la erosión causadas por avenidas y/o aluviones como se puede apreciar en el sector del Tambo.

Alteración Hidrotermal

La alteración hidrotermal presente en el área se limita a la mitad oriental y afecta principalmente a los granitoides, las zonas de alteración presentan fuerte silicificación y sericitización, además de hematización en algunos sectores. La alteración se relacionaría a los intrusivos dioríticos y cuarzodioríticos presentes en el área.



Figura V-26. Ejemplo de alteración hidrotermal al W del cerro Chico de Caserones. A la izquierda nacientes de la quebrada La Brea y a la derecha la quebrada La Escarcha. Panorama al W.

Estructuras

En toda el área se observan una serie de fracturas y o fallas que afectan a las rocas allí presentes. Sin embargo las diferentes orientaciones del fracturamiento regional se manifiestan con mayor intensidad en la superficie cubierta por los granitoides paleozoicos, los que muestran un fuerte e intenso fracturamiento polidireccional el que es resultante de la superposición de sistemas de fracturas regionales, asociadas a fallas, sobre un estilo de fracturamiento propio de los granitoides paleozoicos y debido más probablemente a un diaclasamiento intrínseco durante el enfriamiento del intrusivo, exagerado posteriormente por fenómenos de erosión diferencial (crioclastismo, glaciares, etc.).

Así mientras que en el intrusivo se pueden distinguir numerosos sistemas de fracturamiento en las rocas estratificadas adyacentes sólo se ha podido determinar algunos sistemas de fracturas a los que se asocian fallas.

Estos sistemas son:

- NS/90° con variaciones de hasta 15° hacia el este u oeste, mientras que en el granito alcanza frecuencias de hasta 10 f/m, en las secuencias estratificadas su frecuencia disminuye a 1-2 /m.
- N65° a70°W/90 con inclinaciones de hasta 85° hacia los lados, las densidades de fracturas son del orden de 1 a 2 /m en las rocas estratificadas este sistema se presenta controlando la dirección de muchas quebradas principales , entre ellas las quebradas Ramadillas, La Brea , en su parte alta, asociadas a este sistema ESSAM (2007) ha descrito fallas con estrías de falla en el rumbo (subhorizontales) y además la presencia de vetillas alineadas de cuarzo, baritina limonita con espesores de hasta 20 cm.
- N40 a 60°E/55° W a 90°, este sistema se reconoce tanto en los intrusivos como en las rocas estratificadas y presenta algunas fallas de rumbo asociadas, aún cuando predominan las fracturas y/o diaclasas.
- Finalmente un sistema EW/90° 80°S que se manifiesta claramente en algunos sectores de la parte mas baja del sector de afloramientos de los intrusivos paleozoicos.

De acuerdo con la evolución mesozoica de Chile, es posible sugerir que los tres primeros sistemas se originaron durante el mesozoico como respuesta a la interacción oblicua entre la Placa farallón y la placa Sudamérica en tanto que los sistemas EW se podrían deber a la interacción entre la Placa de Nazca y la placa Sudamérica con posterioridad a los 25 Ma.

V.2.5 Suelos

El área de influencia directa de este componente ambiental corresponde al polígono que comprende las áreas en que se emplazarán las obras físicas del proyecto (Figura V-2). El área de influencia indirecta corresponde a una franja de 50 m alrededor del área de influencia directa.

V.2.5.A Edafología Regional¹³

En la región de Atacama, se distinguen tres grupos de suelos:

- Los “Suelos de Desierto” (I, II y III Región) en donde es posible distinguir suelos de los ordenes Aridisoles, que son de poca evolución debido a la aridez de zonas interiores. También dentro de este grupo se encuentran suelos de evolución reciente, ubicados preferentemente en la costa, los llamados Entisoles. Junto a estos están los Histosoles, que son suelos derivados de tejidos vegetales. En general los suelos para este sector corresponden a suelos delgados a moderadamente profundos (500 a 100 cm.). Los Entisoles de la costa son delgados y muy estratificados, con alta pedregosidad debido a su origen coluvial. Los Aridisoles del Valle Central derivan de sedimentos gruesos. En sectores más costeros y en alta cordillera se ubican salares en donde se ha producido una gran sedimentación, siendo estos muy estratificados, con alta salinidad y pH elevado. En el sector Altiplánico existen suelos sin desarrollo, de diferentes texturas y de poca evolución derivados de materiales volcánicos. Por último, en la alta cordillera, sobre los 3.000 metros de altitud, se encuentran los bofedales cuyos suelos orgánicos llevan el nombre de Histosoles.
- El segundo grupo corresponde a los “Suelos de Serranías Áridas y Semiáridas” (III y IV Región). Al igual que el grupo anterior presentan Aridisoles en los sectores interiores y Entisoles en los sectores costeros. En la parte norte de esta zona los suelos presentan un horizonte petrocálcico en su primer metro de profundidad, rico en carbonatos y cementado por los mismos. Los suelos de la zona sur de este sector, ubicados en las llanuras de la depresión intermedia, son de desierto, evolucionados por el aumento de las precipitaciones y la cobertura vegetal.

¹³ Fuente: Informe País: Estado del Medio Ambiente en Chile 1999, Centro de Análisis de Políticas Públicas, 2000.

- El tercer grupo que se encontraría en la región son los “Suelos de Precordillera y Cordillera” (III y IV Región). Acá se encontrarían suelos Entisoles y Aridisoles, siendo estos derivados de materiales gruesos y con escaso desarrollo, en posiciones de cerros escarpados y fuerte pendiente.

V.2.5.B Edafología Local

El sector donde se emplazará el proyecto, corresponde a un sector cordillerano, por lo que los suelos que se pueden encontrar en esta zona corresponden principalmente a los de tipo Aridisoles y Entisoles.

Aridisoles son suelos que generalmente se forman en las regiones áridas, permaneciendo secos y desprovistos de vegetación y que sus capas superficiales compuestas por partículas finas son arrastradas por el viento (Medio Ambiente, Informe Anual 2005, INE).

Los suelos Entisoles son aquellos que carecen de horizontes bien desarrollados, debido a que son suelos relativamente jóvenes. También pueden ser suelos viejos, pero sin desarrollo de horizontes, por poseer materiales resistentes a la meteorización (Medio Ambiente, Informe Anual 2005, INE).

El área del proyecto se ubica en suelos de poca fertilidad, con escasos o nulos horizontes y con pendientes medias a fuertes. Es por esto que se considera que son suelos de Clase VIII, los cuales tienen muchas limitaciones en cuanto a topografía, pendiente, clima, erosión y otros. Son terrenos que por lo general no tienen ningún valor agrícola, ganadero o forestal, que para este caso se encuentran en la alta cordillera (Geografía de los Suelos, Instituto Geográfico Militar, 1984).

Capacidad de Uso de Suelo

Según el estudio agronómico para cambio de uso de suelos en el área Proyecto Caserones¹⁴, los suelos se caracterizan por ser degradados o sin ningún desarrollo edafológico y por lo tanto no pueden reconocerse Series de Suelos propiamente tal.

Se trata de terrenos montañosos con pendientes muy pronunciadas y disectados por numerosas quebradas o cursos de escurrimiento de agua. Son suelos extremadamente

¹⁴ Bleyer P. Abril 2008. Estudio Agronómico para Cambio de Uso de Suelo. Proyecto Minero Caserones, Minera Lumina Copper Chile S.A.

delgados en que se observa generalmente la roca de origen o roca madre en superficie. En algunos sectores también muy delgados, se observa en superficie una estrata compuesta de gravilla o grava con escaso material franco arenoso grueso, esto se observa principalmente en el fondo de quebradas o adyacente a cursos de agua, esto obedece a depositación de materiales arrastrados desde los sectores altos circundante. Se observa acumulación de sales en algunos cursos de agua (Ej. Quebrada La Brea) en contacto con el suelo. Son suelos muy pedregosos con rocas de gran tamaño en muchos sectores, además se observan áreas con coluvios de cierta magnitud que provocan frecuentes derrumbes.

En consideración de las características agrológicas de los suelos del proyecto estos solo pueden considerarse como: Suelos de Cerros y Suelos Misceláneos quebrada. Ambos tipos de suelos se clasifican en clase VIII de Capacidad de Uso. Por lo tanto, corresponden a suelos cuya aptitud es para la vida silvestre, recreación y protección de hoyas hidrográficas. Son suelos sin valor agrícola, ganadero o forestal.

V.2.5.C Valoración Ambiental

Debido a las limitaciones que presentan los suelos del área del proyecto, la valoración del componente ambiental Suelos es 2, es decir, una relevancia baja (ver V.11 Valoración de los Componentes Ambientales, más adelante).

V.2.6 Hidrogeología y Calidad de Aguas Subterráneas

La zona alta del valle de Copiapó, sector donde se encuentran los pozos sobre los cuales el Proyecto tiene constituidos sus derechos, se abastece de forma importante de la extracción de agua subterránea, por lo que la valoración del componente ambiental Hidrogeología es 10, es decir, una relevancia muy alta, aunque desde el punto de vista productivo el uso principal del agua es para uso agrícola y minero, siendo ambos casos actividades productivas, y no ambientales, que compiten por el uso del recurso. La Calidad de Aguas Subterráneas, sin considerar la minería, se utiliza principalmente para riego y agua potable, por lo que su impacto se evalúa en función del cumplimiento de la normativa de calidad ambiental que corresponda.

El área de influencia directa de este componente ambiental corresponde a los recursos hidrogeológicos que serán interceptados por el rajo minero y por los pozos de extracción de agua. El área de influencia indirecta corresponde a los recursos hidrogeológicos que subyacen las áreas en que se emplazarán las obras físicas del proyecto (Figura V-2).

V.2.6.A Antecedentes Hidrogeológicos Generales

A continuación se presentan los antecedentes hidrogeológicos generales en el área del proyecto. La hidrología conceptual, incluyendo el modelo hidrogeológico, se presenta en el **Capítulo VI Anexo VI-4**.

Construcción de Pozos de Exploración y Pruebas de Bombeo

Debido a que en la zona alta de la cuenca del río Copiapó no existían antecedentes para determinar los coeficientes hidrogeológicos del acuífero (transmisividad y el coeficiente de almacenamiento), se construyeron 9 pozos de exploración y un pozo de observación de niveles, y se efectuaron las correspondientes pruebas de bombeo.

La ubicación de los pozos se muestra en la Figura V-27.

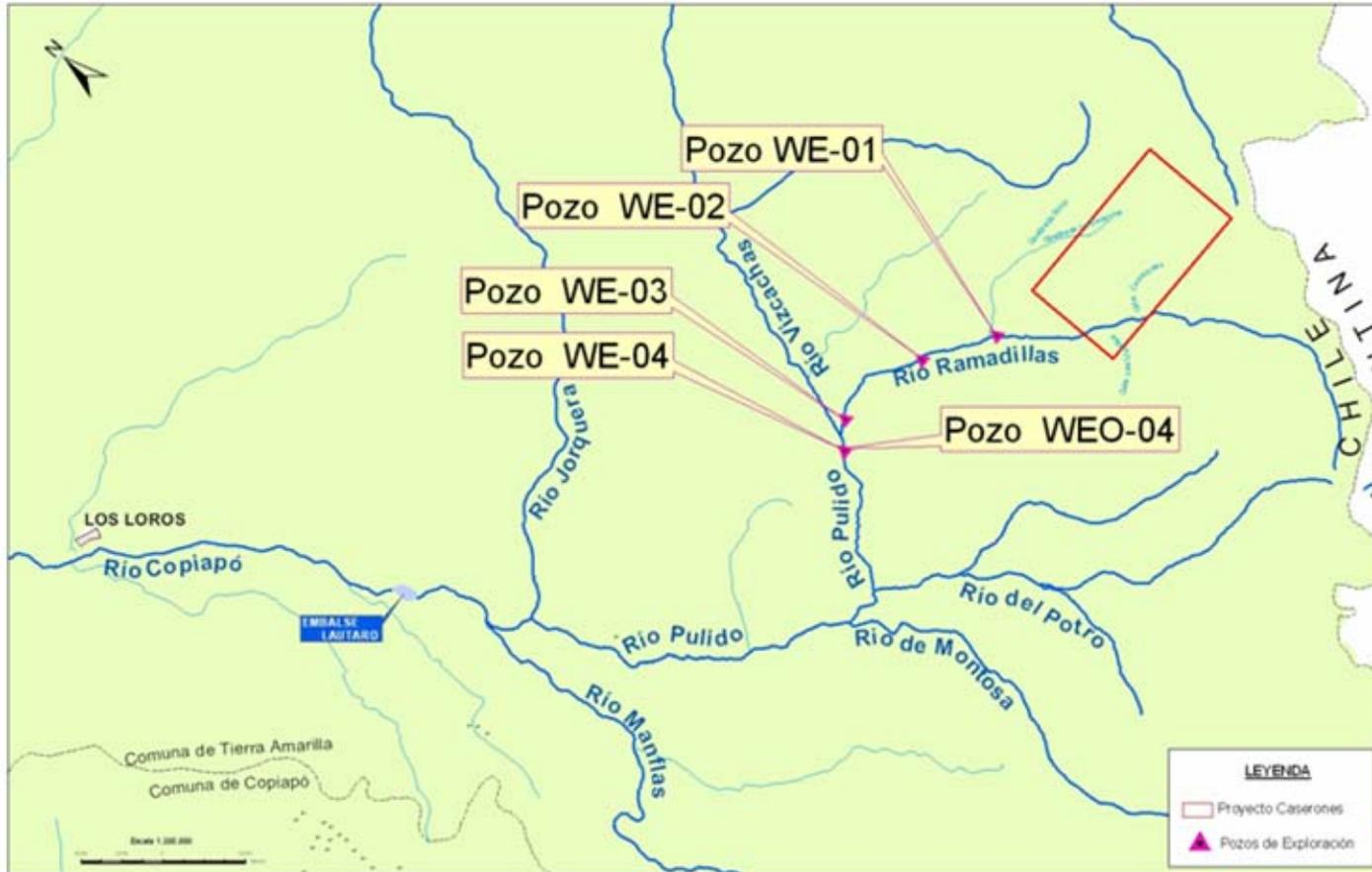


Figura V-27: Ubicación de Pozos de Agua: Fuente: SITAC.

En cada pozo de exploración se realizó una prueba de bombeo de caudal constante y una de caudal variable con medición de niveles durante la prueba y en la recuperación. Además para el pozo WE-04 se contó con un pozo de observación durante la prueba para determinar el coeficiente de almacenamiento.

Características de los Acuíferos

El análisis hidrogeológico del área permite establecer la presencia de dos distintas unidades acuíferas en el sector, las cuales son:

Unidad Superior

Constituida por los depósitos sedimentarios de los cauces actuales de quebradas, esteros y ríos. En general se trata de gravas y arenas de origen fluvial y fluvio aluvional, regular a mal seleccionadas, que rellenan los mencionados cauces.

Su espesor (que en algunas partes no se presenta) alcanza hasta más de 150 metros, y el ancho, que depende directamente del cauce, no excede generalmente los 300 metros. Estos valores máximos de espesor y ancho se dan en la zona desde el Embalse hasta La Puerta. En la zona alta de la cuenca, de Río Ramadillas hasta Río Pulido, los espesores no sobrepasan los 60 metros con un ancho siempre menor a los 100 metros.

La transmisividad de esta unidad es media a alta, dependiendo de las facies sedimentarias donde se efectúan las mediciones. Este sistema constituye el acuífero más importante de la cuenca.

Unidad Inferior

Está constituida por rocas sedimentarias del Mesozoico que corresponden a areniscas de grano medio a muy fino de color rojizo. Se ha perforado en casi la totalidad de los pozos exploratorios del sector de Ramadillas, en los cuales ha mostrado cierto nivel de transmisividad y permeabilidad. La unidad se encuentra desarrollada hacia el occidente del sector de la confluencia de los ríos Ramadillas y la quebrada La Brea, incluyendo parte del inicio de ambos sistemas hídricos (ver esquema hidrogeológico en **Capítulo VI Anexo VI-4**).

Su capacidad de almacenamiento la hace indispensable para mantener los flujos superficiales durante los períodos secos, ya que se recarga en la época de precipitaciones y posteriormente aflora en los sectores de cotas mas bajas.

Transmisividad

La transmisividad se determina del análisis de las pruebas de bombeo efectuadas en cada pozo. Para obtener esta información, de carácter general, se revisó las solicitudes de derechos de agua subterránea ingresadas a la DGA encontrándose que sólo unos pocos pozos cuentan con información de pruebas de bombeo. La determinación de la transmisividad para estos pozos se realizó utilizando el programa Acuífer Test.

Para los pozos que no cuentan con información de prueba de bombeo pero si tienen información del caudal específico se determinó la transmisividad utilizando la relación obtenida en el informe DGA 1987 donde relaciona estos dos parámetros. La relación fue obtenida mediante la correlación de más de 80 pozos en el valle de Copiapó que tenían prueba de bombeo y también valores de caudal específico.

El análisis realizado, que incluye los pozos de la Compañía, permite establecer que en la zona de las cuencas del Ramadillas y en su confluencia con el Pulido las transmisividades son medias a altas con valores entre 400 y 500 m²/día. Salvo para el pozo WE-4 en que la transmisividad es baja, 55,7 m²/día. Sin embargo, es importante notar que estos valores están influenciados por el acuífero inferior (roca basal alterada) lo que hace que sean más bajo que en otros sectores.

En la zona de Iglesia Colorada las transmisividades son medias a alta a muy altas, con valores entre 500 y 3.000 m²/día.

La zona de Las Juntas (sector de confluencia de los ríos Pulido, Jorquera y Manflas) presenta transmisividades alta a muy altas con valores entre 800 a 10.000 m²/día.

Bajo el embalse Lautaro las transmisividades son medias a muy altas con valores del orden de 1.000 a 20.000 m²/día.

Permeabilidad

La permeabilidad, que corresponde a la transmisividad dividida por el espesor saturado, ha sido estimada por el SERNAGEOMIN, 1999, estableciendo que la permeabilidad media para los acuíferos radicados en los depósitos fluviales o fluvioaluviales del valle de

Copiapó varía entre 10^{-7} m/s y 10^{-3} m/s. Los nuevos antecedentes obtenidos se enmarcan dentro de estos valores generales.

Coeficiente de Almacenamiento

En la zona de estudio existen muy pocos antecedentes respecto del coeficiente de almacenamiento. Los valores utilizados en estudios anteriores fueron los siguientes: 0,16% a 11% (DGA 1987); 5%,10% y 15 % (DGA 1995 y 2003) y 10% (SERNAGEOMIN 1999).

Para el caso de estudio los estratos atravesados están compuestos por gravas y arenas: Diversos autores sitúan para estos caos valores serían del orden de 16% Linsley et al. y de 20% R.León.

Quebrada La Brea

La quebrada La Brea presenta un acuífero superior de baja permeabilidad, constituido principalmente por suelos coluviales y depósitos aterrazados antiguos. La falta de una escorrentía superficial de importancia no ha permitido el desarrollo de sedimentos fluvio aluvionales, como es el caso de los otros cauces mayores de la zona.

El acuífero inferior se hace presente en la parte baja de este sistema, a la llegada con el estero Ramadillas. En este sector el acuífero superior sobreyace a rocas sedimentarias Mesozoicas, las cuales presentan un bajo nivel de permeabilidad y coeficiente de almacenamiento.

Estero Ramadillas

El estero Ramadillas presenta el acuífero superior muy bien desarrollado en facies fluvio aluvionales y fluviales, alcanzando mas de 40 metros de espesor en zonas centrales. La transmisividad y coeficiente de almacenamiento hacen a estos depósitos importantes como acuíferos.

En la parte media a baja de este estero, el acuífero superior está sobreyaciendo al acuífero inferior, el cual está constituido por areniscas rojas asignadas al Mesozoico.

Tabla V-12. Tabla Resumen de Pozos de Agua Construidos por el Proyecto.

Pozo	Estado	N	E	Profundidad	Acuífero	Nivel Estático	Espesor Acuífero	T [m ² /d]	K [m/d]	S
WE-01	construido	6.886.990	437.257	150	Sedimento + Roca	3,72	146,28	462	3,2	0,0000021
WE-02	construido	6.889.545	433.216	139	Sedimento	13,73	125,4	45,6	0,4	
WE-03	construido	6.890.768	427.430	85	Sedimento	7,38	122	527	4,3	
WE-04	construido	6.889.597	425.955	150	Sedimento	27,33	122	322	2,6	
WEO-04	construido	6.889.576	425.939	62	Sedimento	28	122	457	3,7	
P1TR	construido	6.887.291	437.201	50	Sedimento + Roca	12,45	36,9	18,8	0,5	
P2 TR	construido	6.887.716	437.724	54	Sedimento + Roca	39,21	14,8	42,3	2,9	
P3 TR	construido	6.886.597	437.599	46	Sedimento + Roca	9,2	36,8	29,1 ⁽¹⁾ 7,16 ⁽²⁾	0,8 0,2	
Pozo 1	en construcción	6.889.667	426.021							
Pozo 2	en construcción	6.887.034	437.210							
Pozo 3	en construcción	6.887.600	437.150							

Nota: En la prueba de bombeo del pozo P3 TR se tienen dos transmisividades (primer y segundo acuífero).

(1): Transmisividad del acuífero superior.

(2): Transmisividad del acuífero inferior.

V.2.6.B Hidrogeología Caserones

La valoración del componente ambiental Hidrogeología es 10, es decir, una relevancia muy alta (ver V.11 Valoración de los Componentes Ambientales, más adelante).

Esta quebrada, adyacente a la Quebrada Ramadillas, desemboca en el Río Pulido, la que a su vez desemboca en el Río Copiapó en el sector de Las Juntas. El sector del proyecto se encuentra a una altura aproximada de 4500 m s.n.m. próximo a la cumbre del Cerro Caserones y drena hacia el sur y noroeste.

Medición de Nivel de Aguas Subterráneas

Se han realizado mediciones del nivel piezométrico en los pozos perforados en las inmediaciones del proyecto con una frecuencia variable de semanas. El detalle de los niveles para el período de monitoreo se muestra en la Tabla V-13.

Tabla V-13. Coordenadas y Cota del Nivel Estático Pozos Perforados.

Pozo	Este	Norte	Cota Niv.Est.
	m	m	m.s.n.m.
RG07-122-RT	446921,5	6885357,4	4614,9
RG07-154-R	447139,1	6885550,0	4600,9
RG07-164-R	446094,0	6885249,0	4262,4
RG07-166-R	445523,0	6884847,0	4273,4
RG07-167-R	445924,1	6885568,5	4178,0
RG07-169-D	446822,4	6883467,5	3932,5
RG07-171-R	447837,0	6887136,0	4108,6
RG07-177-D	447606,8	6883782,3	4079,3
RG07-183-DT	447289,0	6883925,0	4129,1
RG08-236R	446819,9	6885160,6	4581,3
RG08-245R	446961,7	6885088,1	4506,6
RG08-336R	447854,3	6884499,2	4242,2
RG08-208DM	447445,8	6884190,1	4157,0
RG08-334R	448755,4	6886266,5	4565,6
RG08-335R	448390,1	6886104,6	4420,4
RG08-338R	449038,0	6885336,2	4331,3
RG08-344D	446787,8	6884706,4	4233,0
RG08-346D	446982,7	6884780,8	4388,4
RG08-348D	446340,2	6884303,9	4141,1
RG08-350D	446196,2	6884488,4	4304,2

Pozo	Este	Norte	Cota Niv.Est.
	m	m	m.s.n.m.
RG08-352D	446703,9	6884325,7	4135,0

Con los datos de niveles recolectados y corregidos de acuerdo a la inclinación del pozo, se elaboró una superficie equipotencial para el área, según se observa en la .En ella se observa una zona de recarga en las cumbres del proyecto y un suave gradiente hacia cada una de las quebradas, interceptando la piezometría a la topografía en alguna de las quebradas como la caserones y de la escarcha, donde se observan afloramientos de agua.

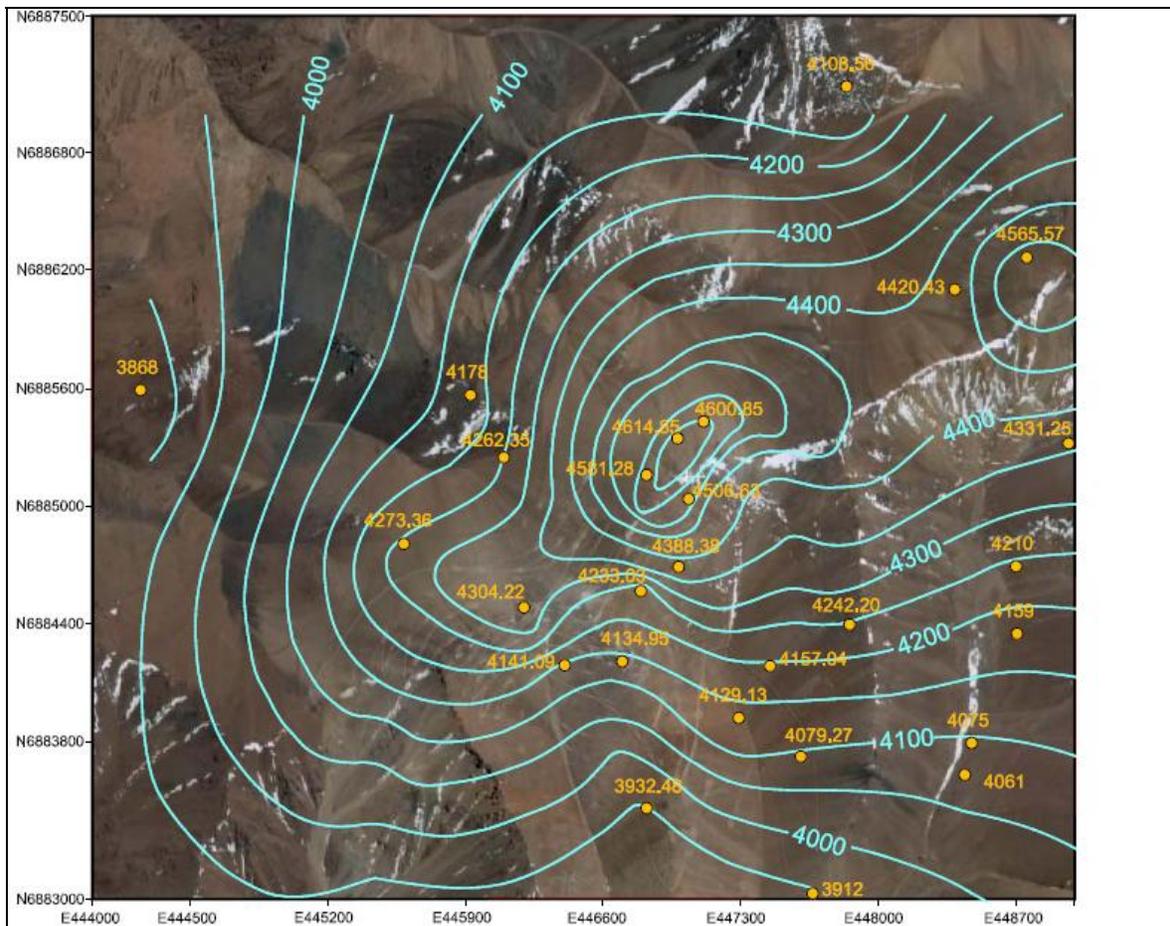


Figura V-28: Superficie Equipotencial.

Permeabilidad

En el área existen dos granitos (Caserones y El Colorado) intruyendo al complejo metamórfico Mondaquita, el cual corresponde a unidades volcánicas andesíticas y basálticas, pizarras, limonitas y grauvacas.

El granito Caserones de edad Carbonífero superior, presenta una textura de granos grueso, con biotita y anfíbolos que incluye facies subordinadas de microgranito. El granito El Colorado de edad (Permo - Triasico) posee mineralización de biotita y muscovita de grano medio a grueso, con facies aplíticas y de cuarzo-feldespato que intruyen a esta unidad como diques. Esta unidad es la roca de caja para el pórfido de cobre molibdeno del yacimiento Caserones y esta afectada principalmente por una alteración de cuarzo-sericita y silificación.

Los resultados entregados por los ensayos de infiltración (Anexo V-7), permiten caracterizar las unidades geológicas, con los siguientes valores de conductividad hidráulica, que se resumen en la Tabla V-14.

Tabla V-14: Conductividades Hidráulicas por Unidades Geológicas.

	Litología	Mineralización	K (m/s)
MZG	Monzogranito	Primario	1.28E-07
MZG	Monzogranito	Secundario	2.09E-07
BXD	Brecha Dacítica	Secundario	2.33E-07
PD2	Pórfido Dacítico	Secundario	1.19E-06
BXC	Brecha Caserones	Secundario	2.28E-07
BXI	Brecha Ígnea	Secundario	9.55E-07

Los resultados muestran conductividades variables con valores medios bajos para el pórfido dacítico con $1.19 \cdot 10^{-6}$ y valores bajos del orden de 10^{-7} para el resto de las unidades. Existe un contraste leve en la conductividad para la unidad de monzogranito entre el tramo con mineralización secundaria, de aquella con mineralización primaria, siendo ésta última la mitad de la primera. En general independiente del tipo de brecha, los valores de conductividad observados son similares.

De acuerdo con los valores de conductividad hidráulica observados para las distintas unidades geológicas, se definen las siguientes unidades hidrogeológicas:

- Unidad hidrogeológica I: Monzogranito (MZG, mineralización secundaria)
- Unidad hidrogeológica II: Brecha (BXD, BXC, BXI)
- Unidad hidrogeológica III: Pórfido Dacítico (PD2)
- Unidad hidrogeológica IV: Mineralización primaria

La distribución en planta de las unidades hidrogeológicas se muestra en la Figura V-29. Cabe mencionar que la Unidad IV no se aprecia ya que se ubica por debajo de las otras.

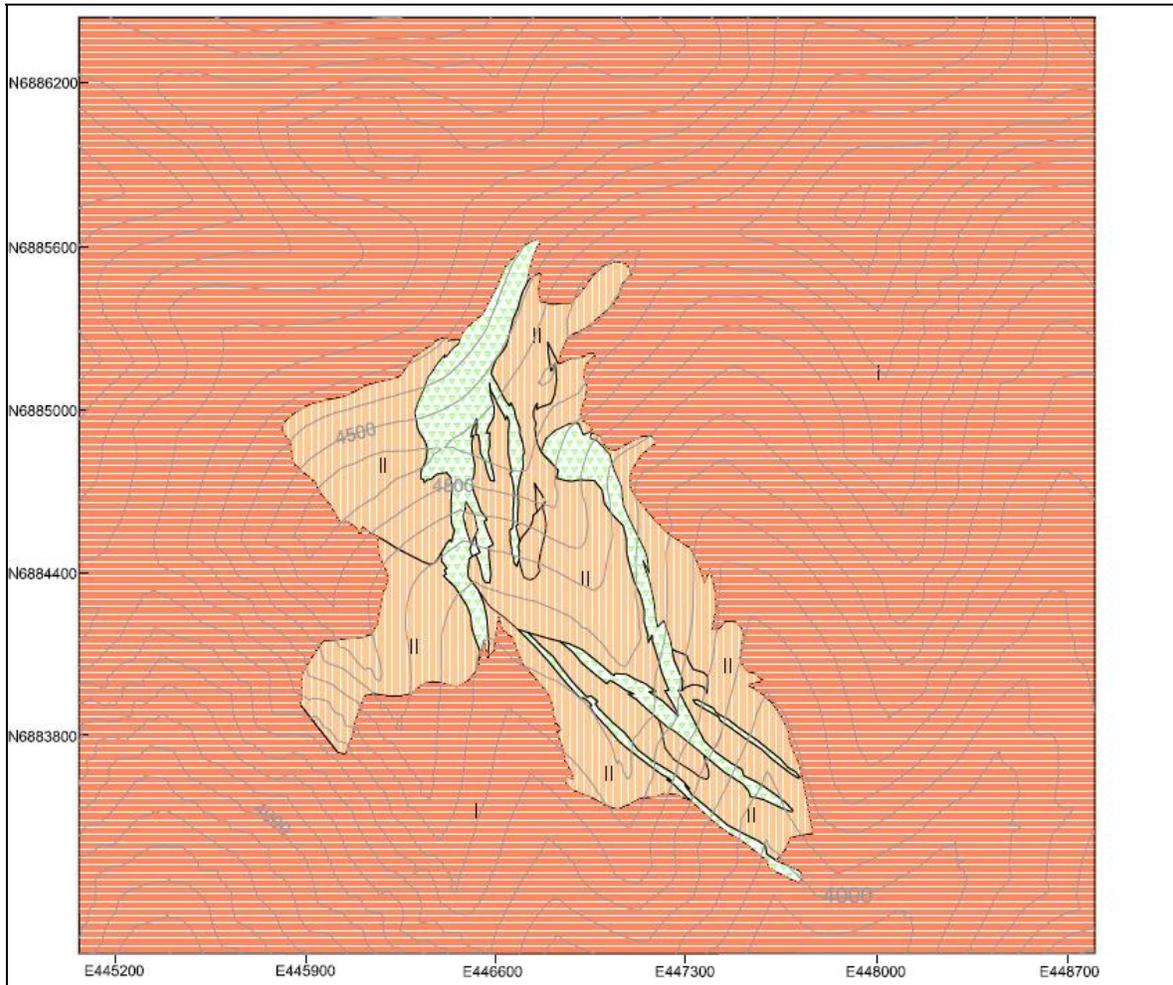


Figura V-29: Distribución en Planta de Unidades Hidrogeológicas.

V.2.6.C Calidad de Aguas Subterráneas

El Programa de Control de Calidad de Agua subterráneas analizó el comportamiento de 36 parámetros (Ver Tabla V-15) en 11 pozos de muestreo, durante el periodo comprendido entre Febrero de 2007 a Agosto de 2008. Los análisis químicos se realizaron en los laboratorios de la Dirección de Investigación Científica y Tecnológica de la Pontificia Universidad Católica de Chile (DICTUC).

En cuanto los pozos cabe mencionar que 7 de ellos se encuentran en el área de influencia directa del proyecto, vale decir, los ubicados en la zona del proyecto y el Río Pulido. Los pozos restantes entregan información acerca del área de influencia indirecta del proyecto. Las características de los pozos se presentan en la tabla Tabla V-16.

Tabla V-15: Parámetros Analizados.

Físicos NCh409/1Of2005	Químicos NCh409/1Of2005		Adicionales
Turbiedad	Amoniaco	Manganeso	Alcalinidad
Color Verdadero	Arsénico	Mercurio	Aluminio
Olor	Cadmio	Nitratos	Arsénico Soluble
Sabor	Cianuro	Nitritos	Calcio
	Cloruros	Plomo	Condc. Específica
	Cobre	Selenio	Cromo Hexavalente
	Comp. Fenólicos	Sól. Dis.Totales	Dureza Total
	Cromo Total	Sulfatos	Molibdeno
	Flúor	Zinc	Potasio
	hierro Total	Ph Lab.	Silice Disuelto
	Magnesio		Sodio

Tabla V-16: Características Pozos de Muestreo.

Estaciones de Control Agua Subterránea		Coordenadas UTM		Control Nivel (m)	Análisis Físico-Químico	
		Norte (m)	Este (m)		Parámetros (36)	Bacteriológicos
RE-3	Pozo Río Escondido (Parronal)	6.921.546	390.023	✓	✓	✓
PER-2	Pozo Díaz Parcela El Retamo 2	6.913.174	398.424	✓	✓	✓
CCh-2	Pozo Carrizalillo Chico N°2	6.887.388	411.286	✓	✓	
CCh-5	Pozo Carrizalillo Chico N°5	6.889.135	409.940	✓	✓	
WE-PL-1	Pozo exploración Pulido N°1	6.889.597	425.955	✓	✓	
WE-RM-1	Pozo Exploración Ramadillas Bajo	6.890.768	427.430	✓	✓	
WE-RM-2	Pozo Exploración Ramadillas Medio	6.889.545	433.216	✓	✓	

Estaciones de Control Agua Subterránea		Coordenadas UTM		Control Nivel (m)	Análisis Físico-Químico	
		Norte (m)	Este (m)		Parámetros (36)	Bacteriológicos
WE-RM-3	Pozo Exploración Ramadillas Alto	6.889.990	437.257	✓	✓	
P-1 TR	Pozo N°1 Tranque Relave	6.887.291	437.201	✓	✓	
P-2 TR	Pozo N°2 Tranque Relave	6.887.716	437.724	✓	✓	
P-3 TR	Pozo N°3 Tranque Relave	6.886.597	437.599	✓	✓	

La ubicación de los pozos muestreados se presenta en la Figura V-30.

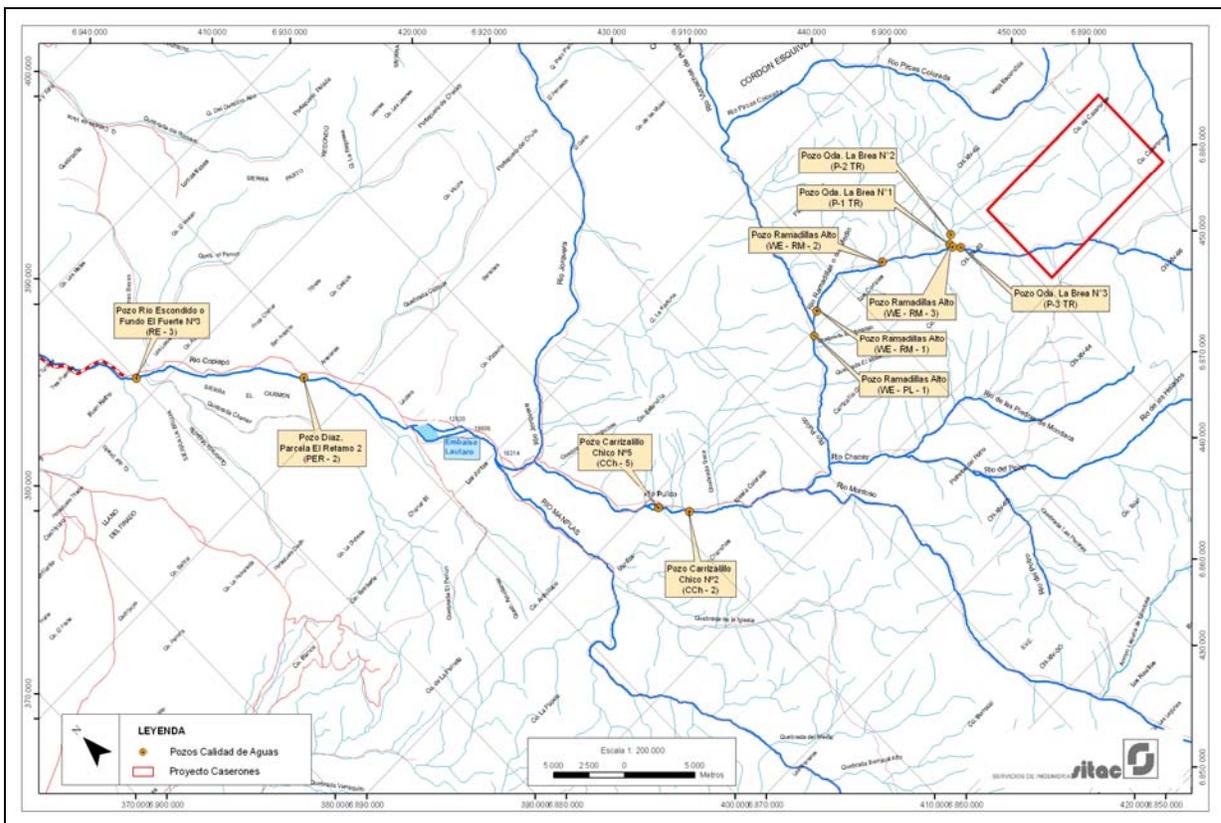


Figura V-30: Ubicación de Pozos de Agua de Muestreo.

Análisis Resultados

Las comparaciones se hacen sobre las normas de agua potable y de riego. Los resultados detallados se entregan en el Anexo V-8.

Área de Influencia Directa

WE-PL-1. Pozo Exploración Pulido Nº 1

Se encuentra localizado en el Fundo Ramadillas, sector río Pulido, presenta resultados desde mayo de 2007 hasta agosto de 2008.

- **Color Verdadero, Cromo Total, Plomo.** Estos parámetros presentaron tan solo dos muestras por sobre la norma.
- **Turbiedad, Hierro Total, Manganeso.** Estos parámetros presentaron una única muestra por sobre la norma.
- **Otros químicos:** Dentro de Norma
- **Parámetros bacteriológicos:** Dentro de Norma

WE-RM-01. Pozo Exploración Ramadillas Bajo

Se encuentra localizado en el Fundo Ramadillas, sector río Ramadillas, presenta resultados desde mayo de 2007 hasta agosto de 2008.

- **pH Lab, Plomo.** Estos parámetros presentaron tan solo dos muestreos por sobre la norma.
- **Turbiedad, Hierro Total, Manganeso.** Estos parámetros muestran un comportamiento siempre dentro de la norma.
- **Otros químicos:** Dentro de Norma
- **Parámetros bacteriológicos:** Dentro de Norma

WE-RM-02. Pozo Exploración Ramadillas Medio

Se encuentra localizado en el Fundo Ramadillas, sector río Ramadillas, presenta resultados desde mayo de 2007 hasta agosto de 2008.

- **Arsénico.** Este parámetros presentó tres muestreos por sobre la norma.
- **Turbiedad, Cloruros, Hierro Total, Manganeso, Sólidos Disueltos Totales, Sulfatos.** Estos parámetros muestran un comportamiento irregular.
- **Otros químicos:** Dentro de Norma
- **Parámetros bacteriológicos:** Dentro de Norma

WE-RM-03. Pozo Exploración Ramadillas Alto

Se encuentra localizado en el Fundo Ramadillas, sector río Ramadillas con Quebrada La Brea, presenta resultados desde marzo de 2007 a agosto del 2008.

- **Color Verdadero, Cobre.** Estos parámetros presentaron tres muestreos por sobre la norma.
- **Turbiedad, Hierro Total, Manganeso.** Estos parámetros muestran un comportamiento irregular, en general por sobre la norma.
- **Otros químicos:** Dentro de Norma
- **Parámetros bacteriológicos:** Dentro de Norma

P-1 TR. Pozo N° 1 Quebrada La Brea

Se encuentra localizado en el Fundo Ramadillas, sector río Ramadillas con Quebrada La Brea, presenta resultados desde junio de 2008 hasta agosto de 2008.

Para el período de junio de 2008 a agosto de 2008, esta estación ha mostrado todos sus parámetros dentro de las normas, con excepción del hierro total y turbiedad..

P-2 TR. Pozo N° 2 Quebrada La Brea

Se encuentra localizado en el Fundo Ramadillas, sector río Ramadillas con Quebrada La Brea, presenta resultados desde junio de 2008 hasta agosto de 2008.

- **Turbiedad, Arsénico, Hierro Total, Manganeso:** Estos parámetros muestran un comportamiento regular, levemente por sobre las Normas.
- **Otros químicos:** Dentro de Norma
- **Parámetros bacteriológicos:** Dentro de Norma

P-3TR. Pozo N° 3 Quebrada La Brea

Se encuentra localizado en el Fundo Ramadillas, sector río Ramadillas con Quebrada La Brea, presenta resultados desde junio de 2008 hasta agosto de 2008.

- **Turbiedad, Arsénico, Manganeso.** Estos parámetros muestran un comportamiento regular, levemente por sobre las normas.
- **Otros químicos:** Dentro de Norma
- **Parámetros bacteriológicos:** Dentro de Norma

Área de Influencia Indirecta

RE-3 Pozo Río Escondido o Fundo El Fuerte N° 3

Se encuentra localizada en el predio Fundo El Fuerte, sector río Copiapó, aguas abajo de la localidad de Los Loros, dicho pozo presenta resultados desde febrero de 2007 hasta agosto de 2008.

- **Turbiedad, Hierro Total y Manganeso.** Un muestreo por sobre la norma.
- **Otros parámetros químicos:** Todos dentro de normas.

Parámetros bacteriológicos: ausencia de Coliformes Fecales y de Escherichia Coli.

PER-2 Pozo Díaz Parcela El Retamo 2

Se encuentra localizada en el sector Valle Hermoso, sector río Copiapó, presenta resultados desde abril de 2007 hasta agosto de 2008.

- **Plomo.** Un muestreo por sobre la norma.
- **Otros químicos:** Dentro de Normas.

Los resultados de los parámetros bacteriológicos muestran ausencia de Coliformes Fecales y sólo un muestreo de Escherichia Coli positivo.

CCh-2 Pozo Carrizalillo Chico N° 2

Se encuentra localizado en el Fundo Carrizalillo Chico, sector río Pulido, presenta resultados desde marzo de 2007 hasta agosto de 2008.

- **Flúor.** Este parámetro presentó sólo un muestreo por sobre las normas.
- **Turbiedad, Hierro Total, Manganeso.** Estos parámetros muestran una muestra por sobre las normas.
- **Otros químicos:** Dentro de Norma
- **Parámetros bacteriológicos:** Dentro de Norma

CCh-5 Pozo Carrizalillo Chico N° 5

Se encuentra localizado en el Fundo Carrizalillo Chico, sector río Pulido, presenta resultados desde marzo de 2007 hasta agosto de 2008.

- **Nitratos, Plomo.** Estos parámetros presentaron apenas dos muestras por sobre la norma.
- **Turbiedad, Hierro Total, Manganeso.** Estos parámetros presentan solo una muestra por sobre la norma
- **Otros químicos:** Dentro de Normas
- **Parámetros bacteriológicos:** Dentro de Normas

V.2.7 Hidrología y Calidad de Aguas Superficiales

En la zona alta del valle de Copiapó, sector donde se localiza el Proyecto, existe uso de aguas superficiales, principalmente para la actividad económica agrícola, por lo que la valoración del componente ambiental Hidrogeología es 10, es decir, una relevancia muy alta, aunque este uso principal del agua corresponde a una actividad productiva, y no ambiental. La Calidad de Aguas Superficiales está normada (riego, agua potable, recreación y vida silvestre) por lo que su impacto se evalúa en función del cumplimiento de la normativa de calidad ambiental que corresponda.

El área de influencia directa de este componente ambiental corresponde a la vertiente norte de la cuenca del río Ramadillas entre la quebrada de Caserones y la junta con el Río Vizcachas de Pulido. El área de influencia indirecta corresponde a la cuenca del río Vizcachas de Pulido aguas abajo de la junta con el río Ramadillas.

V.2.7.A Antecedentes Hidrológicos

Generalidades

El sistema hídrico de la zona de estudio está conformado por el río Copiapó y sus afluentes ríos Jorquera, Pulido y Manflas. Para este estudio fue necesario conocer también el comportamiento de los ríos afluentes al Pulido en especial del río Ramadillas que es donde se ubica el proyecto.

En los ríos Copiapó, Jorquera, Pulido y Manflas existen estaciones con medición periódica de caudal por parte de la DGA. En la zona alta de la cuenca donde se ubicará el proyecto no existen estaciones de medición de caudal por lo que utilizó la información de aforos periódicos realizados por la empresa SITAC desde Octubre del año 2004. La información pluviométrica corresponde a medidas periódicas, realizadas por la DGA, en distintos puntos de la cuenca.

Pluviometría

Para la zona de estudio se han identificado 7 estaciones con medición periódica de precipitación por la DGA, y cuya ubicación se muestra en la Figura V-31.



Figura V-31: Ubicación de Estaciones Pluviométricas.

Fuente: SITAC.

Se realizó un análisis a más de 30 años de información, lo que permitió establecer los valores de precipitación media que se muestran en la Figura V-32.

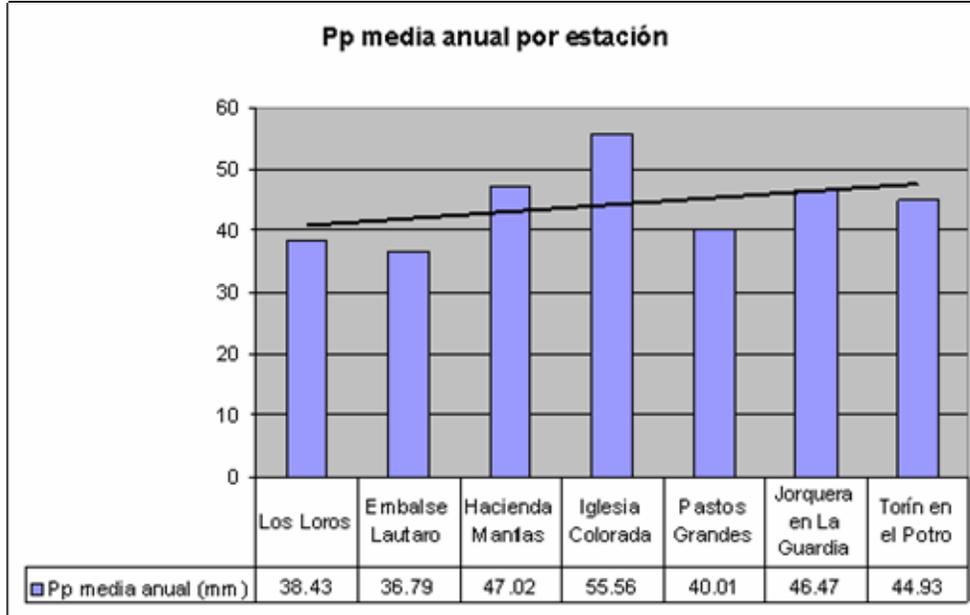


Figura V-32: Precipitación Media Anual por Estación.

A nivel de precipitación media anual no se observan variaciones importantes en las estaciones medidas. Se puede observar si un aumento de las precipitaciones con la altura variando de 38,43 mm en la estación Los Loros ubicada a 950 m.s.n.m. a 44,93 mm en la estación Torín en el Potro ubicada a 3.000 m.s.n.m.

En todas las estaciones analizadas se observa que durante gran parte del año (septiembre a febrero) las precipitaciones son escasas con valores muy cercanos o iguales a cero. Durante el resto del año se observa que los valores aumentan con máximos en los meses de junio y julio.

Fluviometría

En la zona de estudio se cuenta con mediciones en 6 estaciones (Figura V-33). Los registros son realizados periódicamente por la DGA. Los caudales que se miden en estas estaciones no corresponden a régimen natural, ya que están influenciadas por extracción de canales de regadío, regulación del embalse Lautaro, etc.

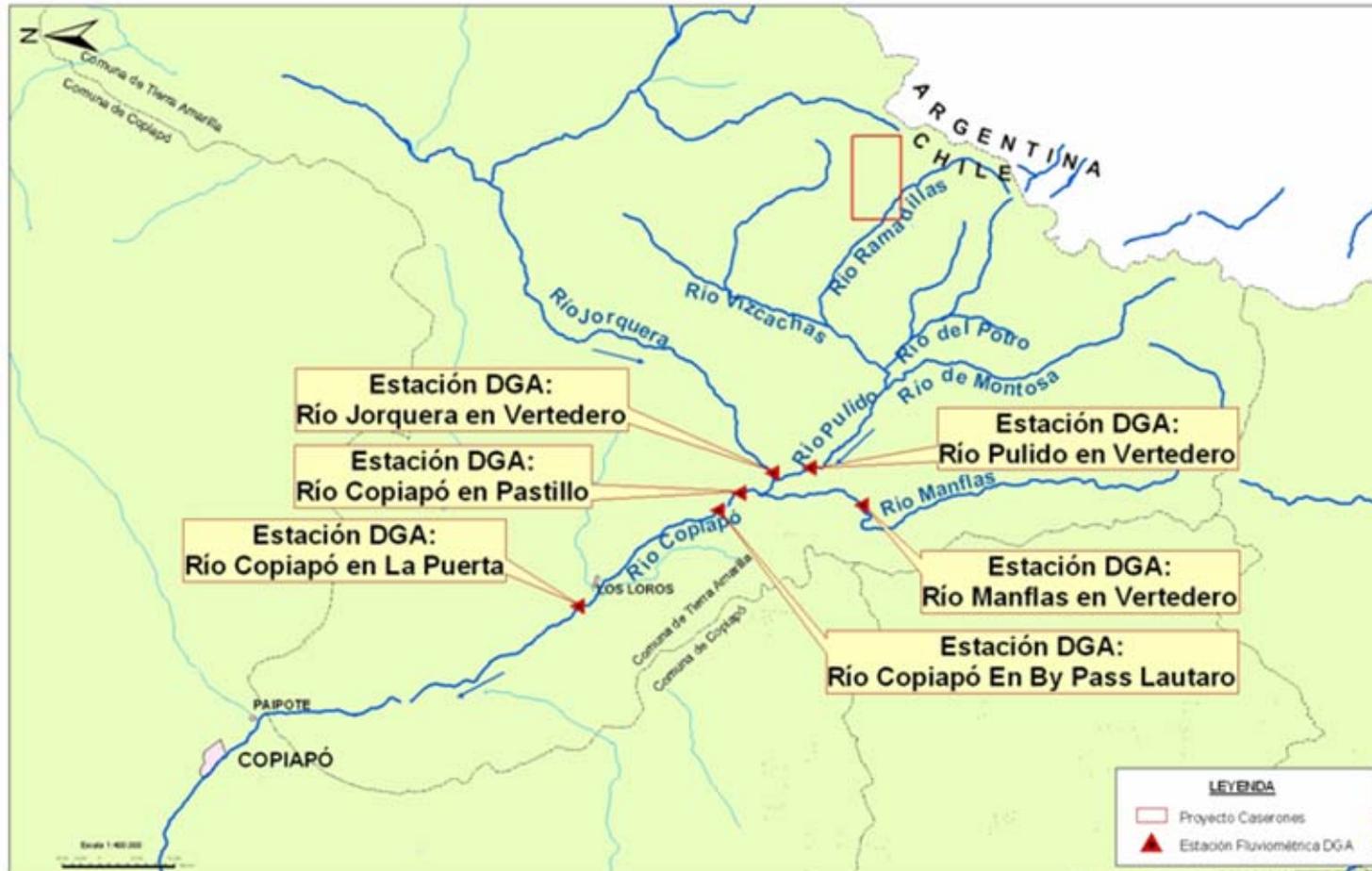


Figura V-33: Ubicación de Estaciones Fluviométricas.

Fuente: SITAC.

Un análisis a más de 30 años de información permitió establecer los caudales medios que se muestran en la Figura V-34.

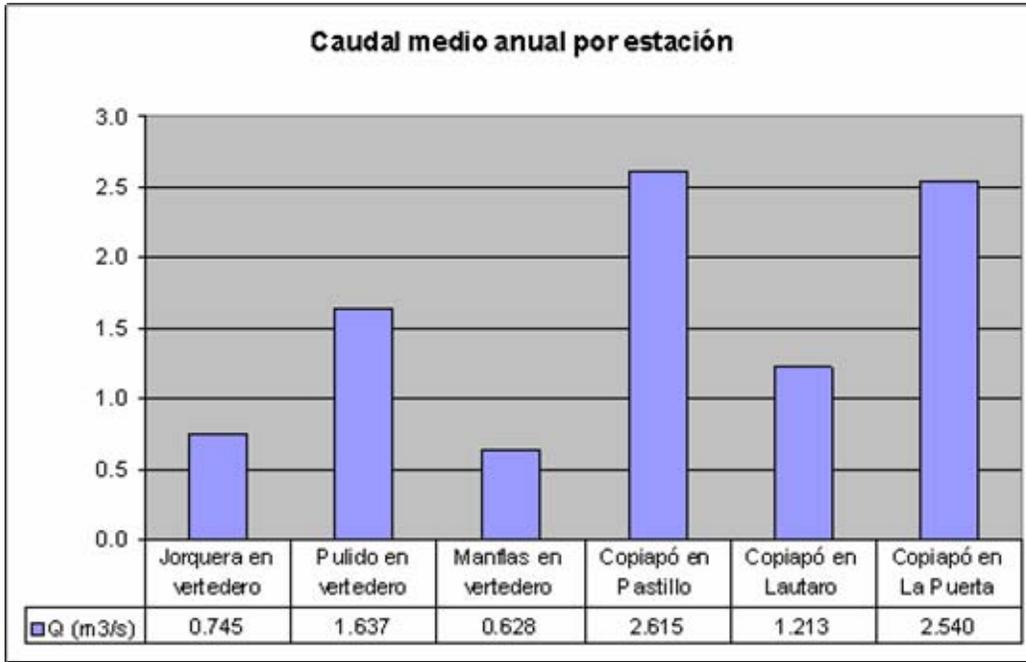


Figura V-34: Caudal Medio Anual por Estación.

En la Figura V-34 se observa que los mayores caudales se miden en la estación la Puerta donde se produce un estrechamiento del valle, produciéndose una zona de importantes aportes de la napa al río (zona de afloramientos). Se observa también que el caudal en estación Pastillo es bastante mayor al de Lautaro, esto se debe al efecto regulador del embalse.

El principal aporte al río Copiapó proviene del río Pulido con más del 50% del caudal. El río Jorquera tiene un régimen pluvial, lo que se observa en el aumento de los caudales en los meses de julio a octubre.

El río Pulido presenta un régimen marcadamente nival con un aumento de caudal en los meses de verano (enero y febrero principalmente). El río Manflas al igual que el Pulido presenta un régimen nival.

En el río Copiapó en Lautaro se observa un aumento de los caudales durante el período primavera-verano. En el río Copiapó en La Puerta no se observan variaciones importantes durante el año.

La valoración del componente ambiental Hidrología es 10, es decir, una relevancia muy alta (ver V.11 Valoración de los Componentes Ambientales, más adelante).

V.2.7.B Análisis Hidrológico

El área de influencia directa incluye el Sector Mina, Botadero de Estéril y el Sector Stock de Baja Ley, que corresponden a la Quebrada Caserones y Quebrada La Brea.

Tabla V-17.- Características de las cuencas de interés

Cuenca	Superficie (Km ²)	Elevación Punto de Control (msnm)
Quebrada La Brea	62,2	2.669
Quebrada Caserones	36	3.154

En la zona del estudio no se cuenta con una serie de registros fluviométricos históricos que permitan una determinación directa de los caudales que se requieren en las cuencas de interés.

Los registros disponibles inmediatamente más próximos corresponden a las estadísticas que se han generado en el transcurso del tiempo, en la estación fluviométrica del río Pulido en Vertedero, de la Dirección General de Aguas. Los antecedentes disponibles de ésta estación fluviométrica constituirán un gran apoyo frente a la incertidumbre que se genera al no disponer de mayores registros hidrometeorológicos en la zona del estudio y sus alrededores inmediatos, y frente a la carencia de mejores antecedentes disponibles.

La cuenca del río Pulido afluente a la estación fluviométrica de río Pulido en Vertedero, presenta una superficie de 2.108 km² (DGA) y se extiende entre los 1.310 m.s.n.m. hasta los 5.830 m.s.n.m., correspondiente a la cima del Cerro del Potro.

Caudales Medios Pulido en Vertedero

A continuación se muestra la curva de variación estacional para la estación Pulido en Vertedero.

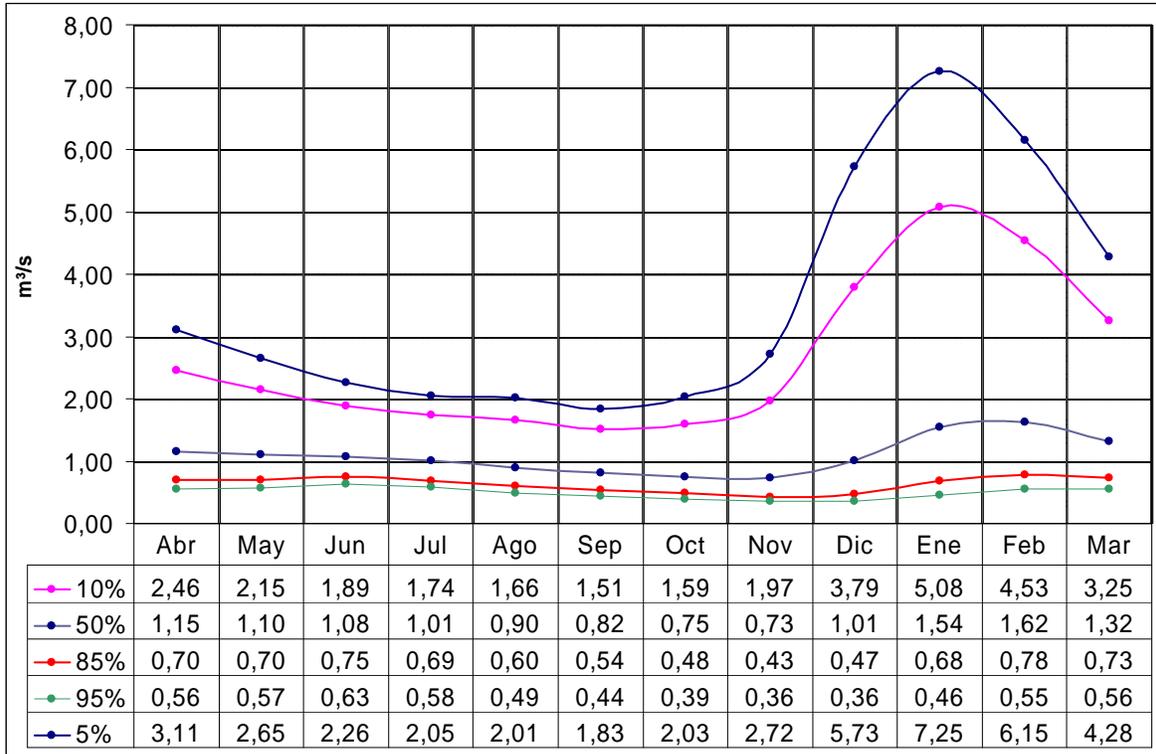


Figura V-35: Caudal Medio Anual por Estación.

Como se puede observar del resultado de la variación estacional de los caudales medios mensuales, el régimen hidrológico del río Pulido en Vertedero es fundamentalmente de carácter nival, razón por la cual, en el presente estudio los caudales requeridos se estimarán considerando esta situación.

Con estos antecedentes se puede concluir que el régimen hidrológico del Río Ramadillas tiene una influencia predominantemente nival, por lo que en las cuencas de interés es de esperar que este régimen sea aún más acentuado, ya que éstas se desarrollan por encima de los 2.500 m.s.n.m..

Otro antecedente que cabe mencionar es que en esta zona del país la línea de nieves media se ubica a los 2.620 m.s.n.m. (DGA, 1995).

Caudales de Crecida Pulido en Vertedero

Del estudio “Análisis de Eventos Hidrometeorológicos Extremos en el País – Caudales Máximos y Mínimos” (DGA, 1993) y de los registros observados se conformó la serie de excedencia de caudales máximos instantáneos del período de deshielo (Octubre – Marzo). Esta serie se sometió a un análisis de frecuencia igual al explicado anteriormente.

En este caso el mejor ajuste teórico correspondió al resultado de la aplicación de la distribución Log Normal con tres parámetros, sin embargo; la distribución de los puntos de acuerdo a su posición de ploteo en el gráfico según la distribución de Weibull, indicó claramente otra tendencia. Considerando lo anterior, y optando por el lado de seguridad se utilizará los resultados según la extrapolación de la tendencia según la distribución de Weibull.

Los valores de los caudales máximos instantáneos obtenidos de la extrapolación para diferentes períodos de retorno se muestran en la **Tabla V-18**.

Tabla V-18: Valores caudales máximos instantáneos para distintos períodos de retorno.

Período de Retorno (años)	Según extrapolación de Ajuste de Weibull	Según ajuste teórico distribución LogNormal-3
10	9,3	9,6
20	15,7	12,8
50	24,1	17,5
100	30,5	21,7
1000	51,7	39,6
10000	72,8	59,6

Caudales Medios Mensuales y de Crecida Quebrada Caserones y La Brea

Aplicando la metodología del Balance Hídrico de la Dirección General de Aguas (DGA, 1987) se determinó el caudal medio anual para un período largo para cada una de las cuencas en estudio y luego éste se distribuyó de acuerdo a la distribución de la variación estacional de los caudales medios mensuales de Pulido en Vertedero. Todos los cálculos se adjuntan en el **Capítulo VI Anexo VI-2**. Los resultados para las cuencas de estudio se presentan en las siguientes tablas.

Tabla V-19: Caudales Medios Mensuales Quebrada Caserones (l/s).

Prob.Exc.%	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	30,4	25,9	22,1	20,1	19,7	17,9	19,9	26,6	56,1	71,0	60,2	41,9
10	24,1	21,0	18,5	17,0	16,3	14,8	15,6	19,3	37,1	49,7	44,3	31,8
50	11,3	10,8	10,6	9,9	8,8	8,0	7,3	7,1	9,9	15,1	15,9	12,9
85	6,9	6,9	7,3	6,8	5,9	5,3	4,7	4,2	4,6	6,7	7,6	7,1
95	5,5	5,6	6,2	5,7	4,8	4,3	3,8	3,5	3,5	4,5	5,4	5,5

Tabla V-20: Caudales Medios Mensuales Quebrada La Brea (l/s).

Prob.Exc.%	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	30,6	26,0	22,2	20,2	19,7	18,0	20,0	26,7	56,3	71,2	60,4	42,1
10	24,2	21,2	18,6	17,0	16,3	14,9	15,6	19,4	37,3	49,9	44,5	31,9
50	8,8	8,4	8,3	7,8	7,0	6,3	5,7	5,6	7,8	11,9	12,5	10,1
85	5,4	5,4	5,7	5,3	4,6	4,2	3,7	3,3	3,7	5,3	6,0	5,6
95	4,3	4,4	4,9	4,5	3,8	3,4	3,0	2,8	2,8	3,5	4,3	4,3

Tabla V-21: Caudales máximo instantáneos de diseño para el período de deshielo
(m³/s)

Cuenca	T=20	T=50	T=100	T=1000	T=10000
Caserones	0,81	1,25	1,58	2,68	3,78
La Brea	1,40	2,16	2,73	4,63	6,53

Se aprecia que estos caudales son significativamente menores que los de Pulido en Vertedero, debido al menor tamaño de las cuencas de las quebradas.

V.2.7.C Calidad de Aguas

El Programa de Control de Calidad de Agua superficial se llevó a cabo en el período comprendido entre Octubre de 2004 y Julio 2008. Las estaciones, la frecuencia de los muestreos y los parámetros a analizar, han sido determinados sobre la base del conocimiento de la calidad de las aguas y de los requerimientos que ha tenido la Compañía Minera Caserones. De esta forma se han eliminado o agregado estaciones y parámetros, manteniendo aquellas que se requiere conocer su comportamiento con mayor exactitud. La **Tabla V-22** muestra las estaciones consideradas.

Tabla V-22: Coordenadas y Áreas Aportantes de los Puntos de Muestro.

Estación	UTM		Área
	NORTE	ESTE	[km ²]
LM-5	6890643	426875	360,4
LM-8	6882700	420634	1445,1
LM-9	6887306	437083	283,8
LM-10	6887713	437064	219,5
LM-11	6883590	448425	8,797
LM-12	6883250	447623	2,42

En la Figura V-36 se muestra la ubicación espacial de estas estaciones.

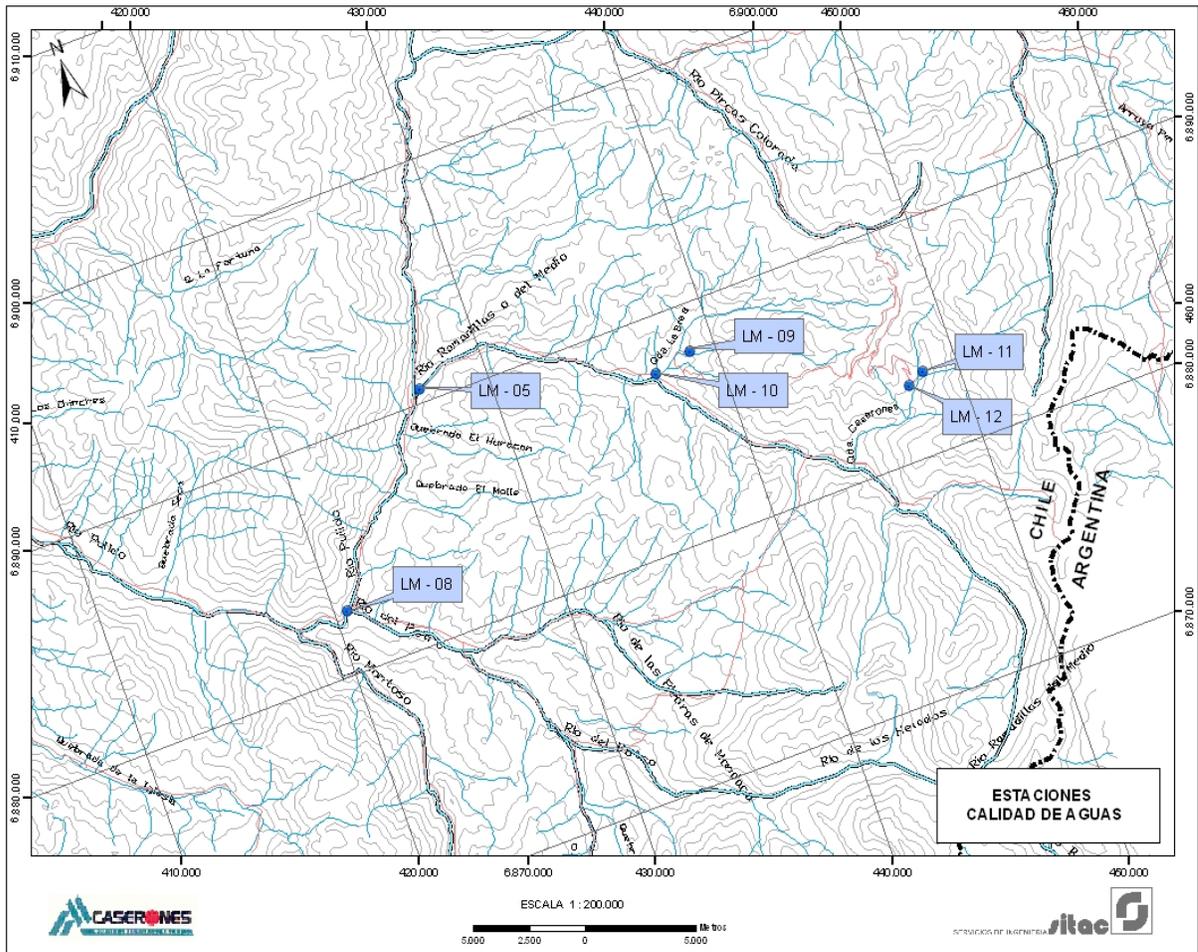


Figura V-36: Ubicación Estaciones de Muestreo.

Para las estaciones LM-05, LM-08, LM-09, LM-11 y LM-12 se han determinado un total de 36 parámetros los mismos que para la calidad de aguas subterráneas (Tabla V-15), 25 correspondientes a la Norma para Agua Potable NCH 409/Of. 2005, más 11 parámetros adicionales. Para la estación LM-10 se han determinado un total de 43 parámetros, 25 correspondientes a la Norma para Agua Potable NCH 409/Of. 2005, más 18 parámetros adicionales, elementos que se pueden apreciar en la Tabla V-23.

Cabe mencionar que las estaciones LM-11 y LM-12 presentan una menor cantidad de muestras respecto a las otras, debido a que se encuentran ubicadas sobre la línea de nieve, por lo que en los meses de invierno se dificulta mucho la toma de muestras.

Tabla V-23: Parámetros Analizados LM-10.

Físicos NCh409/1Of2005	Químicos NCh409/1Of2005		Adicionales	
Turbiedad	Amoniaco	Manganeso	Alcalinidad	Boro
Color Verdadero	Arsénico	Mercurio	Aluminio	Color Aparente
Olor	Cadmio	Nitratos	Arsénico Soluble	Dureza Calcica
Sabor	Cianuro	Nitritos	Calcio	Dureza Magnésica
	Cloruros	Plomo	Condc. Específica	Sodio + Potasio
	Cobre	Selenio	Cromo Hexavalente	Sól.Susp.Totales
	Comp. Fenólicos	Sól. Dis.Totales	Dureza Total	Yodo
	Cromo Total	Sulfatos	Molibdeno	
	Flúor	Zinc	Potasio	
	hierro Total	Ph Lab.	Sílice Disuelto	
	Magnesio		Sodio	

Análisis Resultados

De acuerdo a los resultados obtenidos y que se encuentran resumidos en las tablas siguientes, y en comparación con la norma de agua para riego NCh 1333 el comportamiento de los parámetros por estación es el siguiente:

De acuerdo a los resultados obtenidos y que se encuentran resumidos en el Anexo V-8, el comportamiento de los parámetros por estación es el siguiente:

LM-05 Río Ramadillas Aguas Arriba Confluencia Río Vizcachas

Para el período de octubre de 2004 a julio de 2008, con 46 muestreos, esta estación ha mostrado la siguiente situación:

- **Arsénico, Cadmio, Cianuro, Cloruros, Cobre, Cromo Total, Fluor, Hierro Total, Magnesio, Mercurio, Molibdeno, Plomo, Sólidos Disueltos Totales, Selenio, Zinc, Aluminio y Arsénico Soluble.** Estos parámetros presentaron un buen comportamiento, pues en los 46 muestreos se respeta la norma.
- **Manganeso y Sulfatos.** Estos parámetros presentaron un comportamiento muy aceptable, pues de los 46 muestreos se sobrepasó la norma en 2 y 1 oportunidades respectivamente.

LM-08 Río Pulido Aguas Abajo de Confluencia con Río Chacay o El Potro

Para el período de octubre de 2004 a julio de 2008, con 46 muestreos, esta estación ha mostrado la siguiente situación:

- **Arsénico, Cadmio, Cianuro, Cloruros, Cobre, Fluor, Magnesio, Mercurio, Plomo, Selenio y Arsénico Soluble.** Estos parámetros presentaron un buen comportamiento, pues en los 46 muestreos se respeta la norma.
- **Manganeso, Sólidos Disueltos Totales, Sulfatos y Conductividad Específica.** Estos parámetros presentaron un comportamiento distinto a los anteriores, de los 46 muestreos se sobrepasó la norma en 34, 19, 13 y 15 oportunidades respectivamente.
- **Cromo Total, Hierro Total, Zinc, Aluminio, Molibdeno.** Estos parámetros presentaron un comportamiento irregular, pues de los 46 muestreos sobrepasaron la norma en 1 oportunidad, salvo el Molibdeno que supera la norma en 3 ocasiones.

LM-09 Quebrada La Brea Antes Confluencia Río Ramadillas

Para el período de octubre de 2004 a julio de 2008, con 46 muestreos, para la Norma de Agua Potable esta estación ha mostrado la siguiente situación:

- **Arsénico, Cadmio, Cianuro, Cloruros, Cobre, Cromo Total, Magnesio, Mercurio, Nitratos, Nitritos, Plomo, Selenio, Arsénico Soluble, y Molibdeno.** Estos parámetros presentaron un comportamiento regular, pues en los 46 muestreos respetan la norma.
- **Fluor, Hierro Total, Manganeso, Zinc y Aluminio.** Estos parámetros presentaron un comportamiento irregular, pues en 45 muestreos respetan la norma y sólo en una ocasión la superaron.
- **Sólidos Disueltos Totales, Sulfatos y Conductividad.** Estos parámetros presentaron un comportamiento irregular, pues de los 46 muestreos sobrepasaron la norma en 9, 7 y 8 oportunidades respectivamente.

LM-10 Río Ramadillas Aguas Arriba de Confluencia Quebrada La Brea

Para el período de octubre de 2004 a julio de 2008, con 46 muestreos, esta estación ha mostrado la siguiente situación:

- **Arsénico, Cadmio, Cianuro, Cloruros, Cromo Total, Fluor, Magnesio, Mercurio, Plomo, Sólidos Disueltos Totales, Selenio, Zinc y Arsénico Soluble.** Estos parámetros presentaron un comportamiento regular, pues en los 46 muestreos respetan la norma.
- **Hierro Total y Aluminio.** Estos parámetros presentaron un comportamiento irregular, pues en 45 muestreos respetan la norma y sólo en una ocasión la superaron.
- **Cobre, Manganeso, Sulfatos y Molibdeno.** Estos parámetros presentaron un comportamiento irregular, pues de los 46 muestreos sobrepasaron la norma en 3,3,2 y 2 oportunidades respectivamente.

LM-11 Quebrada Caserones en La Poza

Para el período de octubre de 2004 a julio de 2008 con 34 muestreos, para la Norma de Agua Potable esta estación ha mostrado la siguiente situación:

- **Arsénico, Cadmio, Cianuro, Cloruros, Cobre, Cromo Total, Fluor, Hierro Total, Manganeso, Mercurio, Plomo, Selenio, Zinc, pH Lab. Arsénico Soluble, Aluminio y Molibdeno.** Estos parámetros presentaron un comportamiento regular, pues en los 34 muestreos respetan la norma.
- **Sólidos Disueltos Totales y Sulfatos.** Estos parámetros presentaron un comportamiento irregular, pues de los 34 muestreos sobrepasaron la norma en 34 y 30 oportunidades respectivamente.

Para los parámetros Bacteriológicos esta estación presenta presencia en Coliformes Fecales en 13 de los 34 muestreos realizados. En cuanto a la detección de Escherichia Coli muestra Presencia en 3 de los 17 muestreos.

LM-12 Quebrada Caserones en Derrame

Para el período de octubre de 2004 a mayo de 2008 con 29 muestreos, para la Norma de Agua Potable esta estación ha mostrado la siguiente situación:

- **Arsénico, Cadmio, Cianuro, Cloruros, Cromo Total, Fluor, Hierro Total, Mercurio, Plomo, Selenio, Zinc, Arsénico Soluble, y Molibdeno.** Estos

parámetros presentaron un comportamiento regular, pues en los 29 muestreos respetan la norma.

- **Manganeso, Sólidos Disueltos Totales, Sulfatos, pH Lab. y Conductividad.** Estos parámetros presentaron un comportamiento irregular, pues de los 29 muestreos sobrepasaron la norma entre 27 y 28 oportunidades respectivamente.
- **Cobre y Aluminio.** Estos parámetros presentaron un comportamiento irregular, pues los 29 muestreos sobrepasaron la norma en todas las ocasiones.

V.2.7.D Valoración Ambiental

No se ha valorado este componente ambiental ya que la hidrología se evalúa con relación a sus efectos en flora, vegetación, fauna o limnología. Secundariamente, la calidad de éste componente está normada (riego, agua potable, recreación y vida silvestre) por lo que su impacto se evalúa en función del cumplimiento de la normativa de calidad ambiental que corresponda (ver Capítulo 6 Evaluación de Impactos Ambientales).

V.2.8 Riesgos Naturales

Los riesgos naturales en el área del proyecto corresponden a riesgos geológicos. El riesgo geológico en el área de estudio muestra poca variabilidad en los tipos de ocurrencia, aún cuando con grados diferentes de probabilidad de cada ocurrencia, aún considerando que se trata de un área morfoestructuralmente poco variable.

Se puede decir, que de modo general, es posible desestimar la ocurrencia de algunos tipos de riesgo geológico más conocidos, tales como riesgo volcánico y en menor grado desplazamientos bruscos del terreno (fallas). Fenómenos de tipo volcánico están restringidos a sectores al norte de Copiapó y al sur de Santiago, es decir en los tramos del borde sudamericano en donde la actual inclinación de la placa de Nazca subductante es de unos 28°-30°. En el sector que se ubica nuestra área de estudio la placa de Nazca se hunde con un ángulo mucho menor (22°) lo que, de acuerdo con la Geología y Geofísica, no permitiría la actividad volcánica, tal como se conoce en otros sectores de la Cordillera de Los Andes.

Desde el punto de vista de la sismicidad el área se presenta como un macizo rocoso competente, por lo que su comportamiento frente a una sollicitación tectónica (terremoto) tendería a ser solidaria, con poco campo para el desarrollo de la ondas Raleigh (superficiales) al no existir una cubierta de depósitos inconsolidados importante. Por otra parte los sistemas de fracturamientos y/o fallas existentes corresponden a sistemas que no han evidenciado desplazamiento durante el Cuaternario y gran parte del Mioceno Superior. La magnitud o energía necesaria para activar los sistemas de fallas antiguas o los sistemas EW (cenozoicos) serían de tal magnitud que no viene al caso preocuparse de ellos ya que su probabilidad de ocurrencia sobrepasa la escala histórica y por lo menos no tienen posibilidad de ocurrencia actual o cercanamente futura.

Así, los riesgos geológico con probabilidad de ocurrencia en el área corresponden principalmente a fenómenos de origen puntual y localizado tales como caída de rocas, flujos gravitacionales (corrientes de barro) y/o crecidas violentas de los cauces con desarrollo de avenidas y/o aluviones durante precipitaciones excepcionalmente anormales en la Cordillera de Los Andes con una isoterma anormalmente elevada por arriba de los 3.000 m. Así las probabilidades de ocurrencia de fenómenos de riesgo son originados principalmente por factores climáticos más que geológico-estructurales.

El factor sísmico está siempre presente y es un elemento coadyuvante al momento de desencadenarse el evento de riesgo climático.

V.2.8.A Tipos de Riesgos Geológicos

Los tipos de riesgos geológicos observables y deducibles de la morfología actual en el área de proyecto se describen a continuación¹².

Caídas de Rocas

Este fenómeno corresponde a la caída individual o conjunta, en forma de agregados separados, de fragmentos de rocas mayores que gravas, y que pueden alcanzar a bloques, de tamaños incluso de algunos metros cúbicos de volumen. En este fenómeno intervienen: la calidad del macizo rocoso (fracturamiento), la intensidad de intemperización, la simple inestabilidad gravitacional de los fragmentos de rocas o bloques en cuestión, y el agua, que al debilitar o fluidizar el sustrato de apoyo de éstos, contribuye a la pérdida de estabilidad. Algunos bloques en equilibrio metastable pueden ser también desestabilizados como consecuencia de un sismo de magnitud mayor a 5. La ocurrencia de este tipo de fenómenos está relacionada a zonas de fuerte pendiente, siendo más probables durante épocas de lluvias anormales y/o sismos de gran intensidad.

Avalancha de Rocas y/o Deslizamientos

Este fenómeno consiste en la remoción en masa violenta de grandes volúmenes de rocas desagregadas (regolito o coluvio) del sustrato rocoso y /o de acumulaciones de material fino desde las laderas por intemperización, este tipo de procesos se generarían especialmente en laderas de fuerte pendiente donde se encuentran volúmenes importantes de materiales o suelo en equilibrio metaestable sobre las laderas. La causa principal de ocurrencia de este fenómeno son sismos de alta intensidad o por efectos de precipitaciones anormalmente altas (invierno altiplánico) directamente sobre el área.

Crecidas o Avenidas

Estas están relacionadas directamente con las precipitaciones y por lo tanto dependen directamente del factor climático. Corresponden a flujos de gran volumen de agua torrencial que afectan un cauce preexistente modificándolo substancialmente durante su ocurrencia (inundación temporal de la llanura aluvial y terrazas del valle, cortes o erosión de laderas del cauce, modificación del curso original, redistribución de los sedimentos, etc.).

Corrientes de Barro

Las corrientes de barro se generan especialmente en zonas climáticas desérticas (áridas a semiáridas o desiertos de altura) con escasa cubierta vegetal y con abundante material regolítico o iluvial a disposición para ser fluidizado. Las precipitaciones deben ser anormalmente altas para la zona involucrada, al igual que en el caso de las crecidas. En el caso de las corrientes de barro éstas se producen por la sobresaturación del material inconsolidado en zonas de cierta pendiente lo que ocasiona la fluidización de éste y el deslizamiento gravitacional de éste pendiente abajo, el que se produce normalmente siguiendo la topografía de los cauces y quebradas hasta el curso principal en donde coalescen en una masa de gran volumen que fluye violentamente aguas abajo hasta fuera de la zona de origen del flujo. Este tipo de puede suceder eventualmente en el área en las zonas de alteración hidrotermal en donde abundan materiales de tipo arcillosos (caolín, sericita, limonita, etc.).

Sismicidad

Chile se encuentra asentado en la conjunción de dos placas tectónicas (Sudamericana y de Nazca) en constante fricción. Esta realidad geotectónica convierte al país en una zona favorable para la generación de sismos, y lo caracteriza como uno de los países más sísmicos de la tierra, en promedio en los últimos cinco siglos un terremoto destructor de magnitud superior a 8 se ha producido cada 10 años en alguna parte del territorio chileno (Madariaga, 1998¹⁵).

En la Figura V-37, se grafica la sismicidad histórica de la región de Atacama (1964-1995). Cabe destacar que la concentración de sismos se encuentra entre Caldera y Chañaral, sin embargo, existe una dispersión bastante homogénea a lo largo de la costa.

¹⁵ Madariaga R. 1998. Sismicidad de Chile. Física de la Tierra, N° 10 221-258.

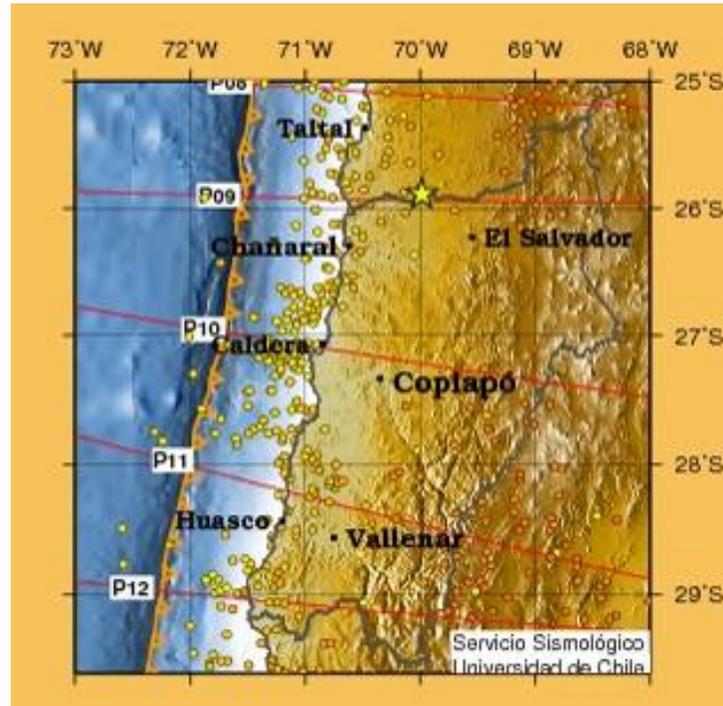


Figura V-37. Historia Sísmica Región de Atacama (1964-1995).

Fuente: Servicio Sismológico Universidad de Chile. <http://ssn.dgf.uchile.cl/>

V.2.9 Ruido

La definición de áreas de influencia para el componente ruido se establece en función de la existencia de asentamientos humanos que puedan verse afectados por un aumento en los niveles de presión sonora por causa de la construcción y operación del proyecto. El área de influencia directa (AID) del proyecto para este componente ambiental corresponde al campamento minero de Caserones (Sector Ramadillas Bajo). No se define un área de influencia indirecta para este componente ambiental ya que las obras del proyecto no generarán efectos potenciales sobre él.

V.2.9.A Metodología

Las mediciones se llevaron a cabo de acuerdo a los procedimientos establecidos en el Artículo 5.3.3 del Título V del Manual de Aplicación del DS 146, para ruido de fondo.

Para la determinación de la Línea de Base de Ruido, se efectuaron mediciones en 9 puntos de referencia (ver Tabla V-24) el día sábado 24 de marzo y madrugada del día domingo 25 de marzo de 2007 en horario diurno y nocturno.

Los puntos de medición fueron escogidos de manera de obtener una descripción general del Nivel de Ruido imperante en el lugar. Las mediciones se realizaron en base al Nivel de Presión Sonora ponderado Continuo Equivalente $L_{eq,A,S}$ con filtro de ponderación A y con respuesta lenta del Sonómetro. El descriptor $L_{eq,A,S}$ representa un promedio energético del Nivel Sonoro en el tiempo de observación.

Procedimiento de Medición

El procedimiento establecido en el DS 146 consiste básicamente en el registro del Nivel Continuo equivalente $L_{eq,A,S}$ en tandas seguidas de cinco minutos hasta alcanzar la estabilización de la lectura, esto es, que la diferencia aritmética entre dos registros consecutivos de $L_{eq,A,S}$ no sea superior a 2 dBA.

El Nivel de Ruido registrado tanto en la Tabla V-25 como en la Tabla V-26 corresponde al último valor obtenido durante la medición. Para esto, no se tomaron en consideración ruidos ocasionales que, por su naturaleza, pudieran tergiversar el Nivel Sonoro medido.

En aquellos casos en que se hicieron presente algún tipo de interferencia, como por ejemplo bocinazos, gritos o ladridos cercanos, sin que hayan sido gravitantes en el Nivel

de ruido registrado, se ha consignado el hecho en la columna “Observaciones” de las tablas respectivas.

Aparte del Nivel Sonoro Continuo Equivalente de inmisión ($L_{eq,A,S}$), se registró para cada punto, el Nivel Efectivo Máximo (L_{MAX}) y el Nivel Efectivo Mínimo (L_{MIN}) de ruido captado durante las mediciones. Estos descriptores permiten analizar con mayor precisión la situación acústica en cada punto. También se han ingresado en las tablas de registros datos acerca del día, hora y condiciones climáticas imperantes durante la medición.

Las mediciones se efectuaron con un Sonómetro integrador de precisión Clase 1, según la clasificación IEC 61672/1:2002 “Sonómetros” (International Electrotechnical Commission), Modelo 2236, Micrófono Tipo 4155 y Calibrador 4225. También se utilizó un protector contra interferencias producidas por el viento. Todos los elementos utilizados han sido fabricados por la firma danesa Brüel & Kjaer.

Puntos de Medición

Los puntos de medición de referencia seleccionados y su descripción se presentan en la Tabla V-24.

Tabla V-24. Descripción de Puntos de Medición de Ruido.

Punto Medición		Descripción
1	Sector Este del Campamento	A 30 m del Campamento, a una altura de 2.771m, con ubicación Norte 6888912 y Este 19 J 0438851.
2	Sector Dormitorio de Supervisores	A 100 m de principales fuentes generadoras de sonido.
3	Sector Planta de Procesamiento	A 80 y 40 m de principales fuentes generadoras de sonido. A una altura de 2.763 m, con ubicación Norte 6888185 y Este 19 J 0438663.
4	Sector campamento Perfoagua	A 60 y 30 m de principales fuentes generadoras de sonido. A una altura de 2.756 m, con ubicación Norte 6888133 y Este 19 J 0438530.
5	Sector Planta Piloto	Ubicación Norte 6888185 y Este 19 J 0438663.
6	Sector Curva Negra	A una altura de 4181 m, con ubicación Norte 6884352 y Este 19 J 0445248.
7	Sector kilómetro 14 (Mina)	A una altura de 4.533 m, con ubicación Norte 6884800 y Este 19 J 0446451.
8	Sector Sur de Mina	A una altura de 4.409 m, con ubicación Norte 6884373 y Este 19 J 0446392.

9	Sector Portal de Mina	A una altura de 4.497 m, con ubicación Norte 6884460 y Este 19 J 0446097.
---	-----------------------	---

Coordenadas UTM Dátum PSAD 56.

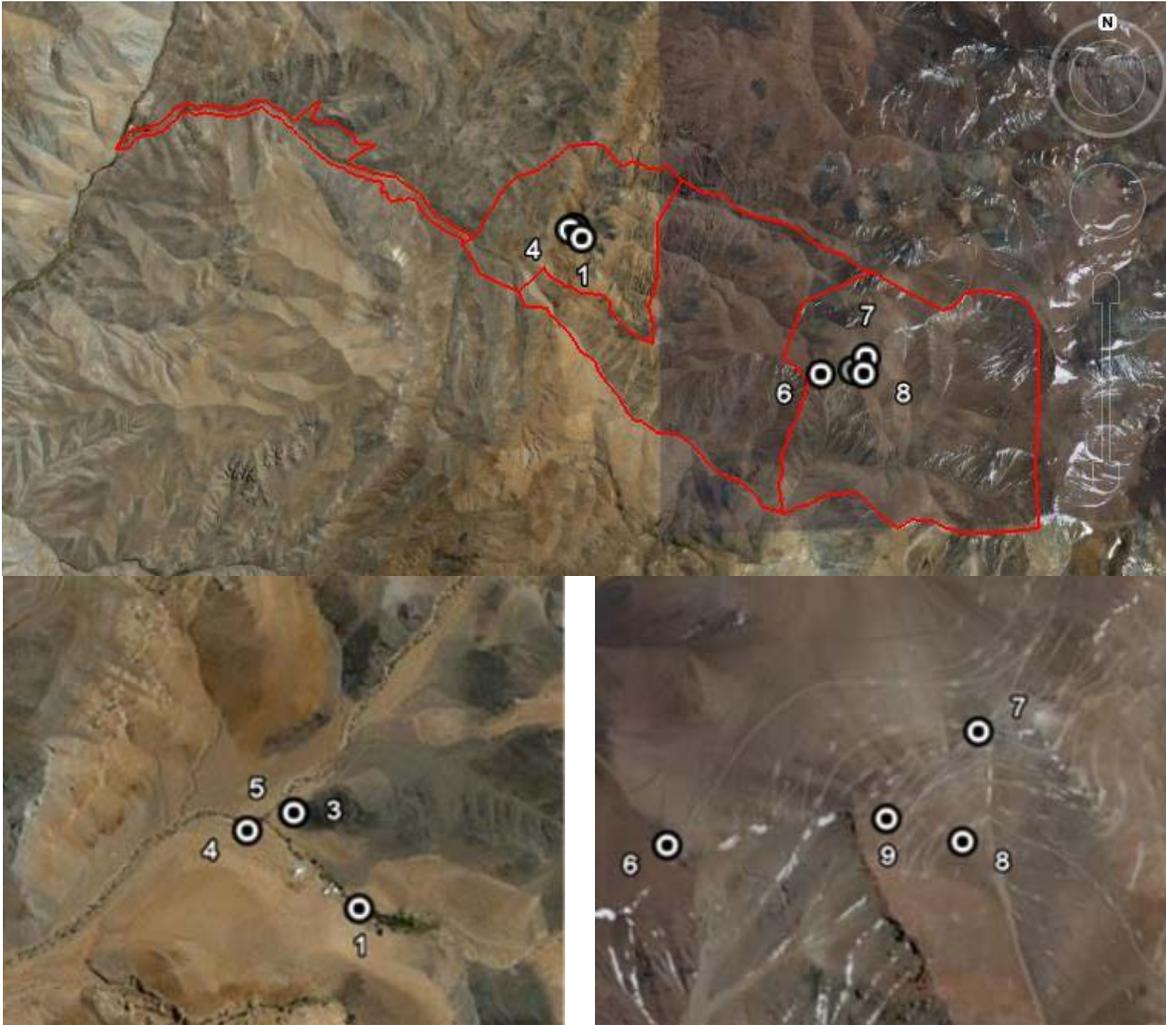


Figura V-38. Ubicación Puntos de Medición de Ruido.

Fuente: Elaboración propia. Google Earth.

V.2.9.B Resultados

Los resultados de las mediciones realizadas para horario diurno y para horario nocturno se presentan en la Tabla V-25 y Tabla V-26, respectivamente.

Tabla V-25. Niveles de Ruido Registrados en Horario Diurno.

Puntos de Medición	L _{eq} dBA	L _{máx} dBA	L _{mín} dBA	Observaciones
1	35	57	25	Viento moderado. Se percibe pájaros en lejanía. 2 generadores de electricidad funcionando a aproximadamente 150 m. Motor de bomba distribuidora de agua (color rojo) zumbido constante a aproximadamente 60 m.
2	40	47	37	Viento moderado. Se perciben 2 generadores de electricidad funcionando a 100 y 80 m aproximadamente. Motor de bomba distribuidora de agua (color rojo) zumbido constante a 20 m aproximadamente.
3	31	43	32	Viento moderado. Se perciben 2 generadores de electricidad funcionando a 80 y 40 m aproximadamente.
4	32	39	26	Viento moderado. Se perciben 2 generadores de electricidad funcionando a 60 y 30 m aproximadamente. Este punto se encuentra a 2 m bajo el nivel de los generadores de electricidad. Risas, conversaciones, silbidos y golpes al interior de contenedor metálico a aproximadamente 15 m.
5	33	49	22	Se percibe sólo viento moderado el que se filtra.

Tabla V-26. Niveles de Ruido Registrados en Horario Nocturno.

Puntos de Medición	L _{eq} dBA	L _{máx} dBA	L _{mín} dBA	Observaciones
1	28	37	25	Se percibe viento suave. 2 generadores de electricidad funcionando a 150 m aproximadamente.
2	37	47	34	Se percibe viento suave. 2 generadores de electricidad funcionando a 100 y 80 m aproximadamente.
3	36	46	34	Se percibe viento suave. 2 generadores de electricidad funcionando a 80 y 40 m aproximadamente.
4	39	45	37	Se percibe viento suave. 2 generadores de electricidad funcionando a 60 y 30 m aproximadamente.
5	26	41	---	Se percibe sólo viento suave.
6	35	46	23	Se percibe sólo viento moderado a fuerte.
7	27	40	22	Se percibe viento suave. Maquina diamantina a 1200 m aproximadamente.
8	33	41	22	Se percibe viento suave. L _{máx} provocado por alarma de retroceso de cargador frontal.
9	32	47	---	Se percibe viento suave.

V.2.9.C Conclusiones

En general, en las inmediaciones del Proyecto Caserones el ruido ambiente está determinado por el viento, a excepción del sector del campamento pionero, donde fuentes antrópicas, como por ejemplo los 2 generadores de electricidad que funcionan las 24 horas, determinan el nivel de ruido de fondo y los niveles máximos.

V.2.9.D Valoración Ambiental

No se ha valorado este componente ambiental ya que la calidad de éste componente está normada por lo que su impacto se evalúa en función del cumplimiento de la normativa de calidad ambiental (ver Capítulo 6 Evaluación de Impactos Ambientales).

V.3. Descripción del Medio Biótico Terrestre

V.3.1 Vegetación

El área de influencia directa de este componente ambiental corresponde al polígono que comprende las áreas en que se emplazarán las obras físicas del proyecto (Figura V-2). El área de influencia indirecta corresponde a una franja de 100 m alrededor del área de influencia directa.

V.3.1.A Vegetación Regional

Según la clasificación de Gajardo¹⁶ el área en estudio se inserta en la *Región de la Estepa Alto-Andina*, que se extiende desde el extremo norte de Chile, en el límite internacional, hasta las montañas andinas de la VII Región. Presenta una homogeneidad de especies, determinadas por la altitud y relieve, que se pueden agrupar en tres tipos biológicos que incluyen a las plantas en cojín, gramíneas cespitosas (pastos duros o coirones) y los arbustos bajos de follaje reducido.

Por la acción del relieve y el clima, que posibilitan características ecológicas específicas, se distinguen dos subregiones. De ellas, el área en estudio se inserta en la *Sub-región de los Andes Mediterráneos*.

Esta Subregión se caracteriza por su relieve montañoso y abrupto, presentando altas montañas escarpadas, desarrolladas sobre litosoles, lo que le da un aspecto de desierto de altitud.

Sumado a las características particulares del relieve y la altitud, las precipitaciones –de marcado régimen invernal– posibilitan la existencia de comunidades vegetales con notoria zonificación altitudinal, en las que la forma de vida predominante son las plantas bajas, herbáceas o arbustivas de hábito pulvinado, mezclada frecuentemente con gramíneas en manchones.

A su vez, esta Subregión presenta varias formaciones vegetales características de las cuales el área en estudio se encuentra situada en la *Estepa Altoandina de la Cordillera de*

¹⁶ Gajardo, R. 1993. La Vegetación Natural de Chile. Clasificación y Distribución Geográfica. Editorial Universitaria. 165 p.

Doña Ana (o *Estepa Altoandina de Coquimbo*). Esta formación, que abarca una gran superficie pues se extiende hasta la IV región, es de carácter transicional lo que la hace particularmente compleja, en especial en la forma que las comunidades se distribuyen en su interior.

Par esta formación vegetal, Gajardo describe cuatro asociaciones típicas diferentes que se enumeran en la Tabla V-27.

Tabla V-27. Asociaciones Vegetales Características del Área (Potenciales) según fajardo.

Sub Región	Formación	Asociaciones Características
De los Andes Mediterráneos	Estepa Alto-Andina de Coquimbo	<i>Jarava chrysophylla</i> – <i>Adesmia gayana</i>
		<i>Atriplex atacamensis</i> – <i>Tessaria absinthioides</i>
		<i>Fabiana imbricata</i> – <i>Ephedra andina</i>
		<i>Patosia clandestina</i> – <i>Juncus balticus</i>

Por otra parte, Luebert y Pliscoff ¹⁷ localizan el área en dos a tres pisos vegetacionales (Tabla V-28):

- Matorral Bajo Desértico Tropical-Mediterráneo Andino de *Atriplex imbricata*: caracterizado como un matorral abierto, pobre en especies, casi exclusivamente por *Atriplex imbricata*, acompañado por elementos de pisos altitudinales superiores (*Adesmia hystrix*, *Cristaria andicola*) y de formaciones desérticas (*Atriplex atacamensis*, *Argylia tomentosa*).
- Matorral Bajo Tropical-Mediterráneo Andino de *Adesmia hystrix* – *Ephedra breana*: caracterizado como un matorral espinoso, xeromórfico, que alcanza cobertura relativamente altas, dominado por *Adesmia hystrix* y *Ephedra breana* que alcanzan alturas de más de 1 metro. En los estratos inferiores son frecuentes el subarbusto *Viviania marifolia* y las herbáceas *Jarava chrysophylla* y *Cristaria andicola*.
- Matorral Bajo Tropical-Mediterráneo Andino de *Adesmia echinus* - *Adesmia subterranea*: caracterizado por ser un matorral bajo, abierto, xeromórfico dominado por arbustos espinosos y plantas en cojín.

¹⁷ Luebert, F. y P. Pliscoff, 2006. Sinopsis Bioclimática y Vegetacional de Chile. Serie Biodiversidad. Editorial Universitaria. Stgo, Chile. 316 p.

Tabla V-28. Comunidades Vegetales Características del Área (Potenciales), según Luebert y Pliscoff (2006).

Piso Vegetacional	Comunidades Zonales en intrazonales
Matorral Bajo Desértico Tropical - Mediterráneo Andino de <i>Atriplex imbricata</i>	<i>Atriplex microphylla</i>
	<i>Atriplex imbricata</i> – <i>Cristaria andicola</i>
	<i>Atriplex atacamensis</i> – <i>Tessaria absinthioides</i>
Matorral Bajo Tropical-Mediterráneo Andino de <i>Adesmia hystrix</i> – <i>Ephedra breana</i>	<i>Adesmia hystrix</i> – <i>Adesmia odontophylla</i>
	<i>Fabiana imbricata</i> – <i>Ephedra chilensis</i>
	<i>Adesmia sentis</i>
	<i>Atriplex atacamensis</i> – <i>Tessaria absinthioides</i>
Matorral Bajo Tropical Mediterráneo Andino de <i>Adesmia echinus</i> – <i>Adesmia subterranea</i>	<i>Adesmia subterranea</i> - <i>Jarava frigida</i> - <i>Chaetanthera sphaeroidalis</i>
	<i>Jarava chrysophylla</i> – <i>Adesmia echuinus</i>
	<i>Jarava chrysophylla</i>
	<i>Patosia clandestina</i> – <i>Juncus balticus</i>

No obstante estas clasificaciones, y como se verá más adelante, la vegetación del área –y por su condición de transición– presenta elementos de las diferentes formaciones y pisos, en ocasiones en mezclas que no necesariamente coinciden con lo especificado en la bibliografía pues, a menudo, forman comunidades de pequeño tamaño por lo que no pueden ser individualizadas en cartografías de escala pequeña como son las presentadas por Gajardo (1993) y por Luebert y Pliscoff (2006).

V.3.1.B Metodología

A efectos de realizar la descripción de la vegetación, se realizó la interpretación de un mosaico de fotografías aéreas (ortogonales, color, vuelo Quebrada El Pingo, Escala 1:40.000, de marzo del 2006) en la que se segregaron –de acuerdo a patrones morfológicos, de textura, color y tono– diferentes áreas y unidades reconocibles.

Posteriormente, en terreno, se revisaron estas áreas corrigiendo la clasificación y –en la medida posible– revisando los límites espaciales de ellas. Simultáneamente, estas unidades de uso del suelo se describieron –en términos de formación vegetal, grado de cobertura y especies dominantes- en función de la metodología, corrientemente utilizada, del *Centre d'Etudes Phytosociologiques et Ecologiques Louis Emberger*, del CNRS de

Montpellier, Francia (Carta de Ocupación de Tierras), adaptada al caso chileno por Etienne y Prado¹⁸ y posteriormente modificado por el equipo ejecutor del proyecto conocido como Catastro de Bosque Nativo¹⁹.

No obstante, y con el objeto de definir un criterio relativo al grado de alteración de un área se ha reordenado la metodología de manera de reconocer el origen de una determinada cobertura. Asimismo, y a fin de reconocer y representar la ocurrencia de formaciones que, naturalmente y por efectos de sitios muy restrictivos generados por la elevada altitud, a la metodología se le ha introducido una modificación, disminuyendo el porcentaje de cobertura mínimo de las formaciones muy abiertas, quedando, entonces las diferentes formas de cobertura del suelo definidas en la forma en que se presentan en la Tabla V-29.

¹⁸ Etienne, M. y C. Prado. 1982. Descripción de la Vegetación Mediante la Cartografía de Ocupación de Tierras. Conceptos y Manual de Uso Práctico. Universidad de Chile. Fac. de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales. Ciencias Agrícolas N° 10. 120 p.

¹⁹ CONAF-CONAMA-BIRF. 1997. Manual de Cartografía. Proyecto Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile.

Tabla V-29. Criterios de Clasificación de la Vegetación (Uso Actual del Suelo).

Origen	Formación Vegetal	Sub uso	Densidad	Cobertura por Tipo Biológico (%)			
				Árboles	Arbustos	Hierbas	Suculentas
Ambientes Modificados	Desprovisto de Vegetación	área Urbana (ciudades, pueblos)	n.a.	<5%	<5%	<5%	<5%
		área Industrial (Incluye minería)					
		Casas, Galpones, Campamentos					
	Vías (Caminos, Carreteras, Vías Férreas, etc.)	Con Vegetación	Parques, Jardines, Campos deportivos, etc.	n.a.	0-100%	0-100%	0-100%
Agrícola	Frutales		n.a.	-	-	-	-
	Rotación Cultivo/Pradera						
Ambientes Intervenidos	Plantación de arbustos		n.a.	-	5-100%	-	-
	Plantación Forestal		n.a.	5-100%	-	-	-
	Bosque Mixto (árboles nativos y exóticos formando estructura de bosque)		Muy Abierto	10- 25%	0-100%	0-100%	0-100%
			Abierto	25-50%	0-100%	0-100%	0-100%
			Semidenso	50 - 75%	0-100%	0-100%	0-100%
			Denso	>75%	0-100%	0-100%	0-100%
	Ambientes Naturales	Praderas		n.a.	<5%	<5%	5 – 100%
Matorral (incluye Estepas Altoandinas)			Muy Abierto	<5%	5 a 25%	0 – 100%	<10%
			Abierto	<5%	25 a 50%	0 – 100%	<10%
			Semidenso	<5%	50 a 75%	0 – 100%	<10%
			Denso	<5%	75 a 100%	0 – 100%	<10%
Matorral con Suculentas			Muy Abierto	<5%	5 a 25%	0 – 100%	>10%
			Abierto	<5%	25 a 50%	0 – 100%	>10%
			Semidenso	<5%	50 a 75%	0 – 100%	>10%
			Denso	<5%	75 a 100%	0 – 100%	>10%

Origen	Formación Vegetal	Sub uso	Densidad	Cobertura por Tipo Biológico (%)			
				Árboles	Arbustos	Hierbas	Suculentas
Ambientes Naturales	Formación de Suculentas		n.a.	<5%	<5%	<5%	>10%
	Bosque Nativo		Muy Abierto	5 a 25%	0 – 100%	0 – 100%	-
			Abierto	25 a 50%	0 – 100%	0 – 100%	-
			Semidenso	50 a 75%	0 – 100%	0 – 100%	-
			Denso	75 a 100%	0 – 100%	0 – 100%	-
	Humedales (presencia de agua en superficie)	Turberas (según especie)	n.a.	<5%	<5%	5 – 100%	-
		Bofedales (según especie)					
		Vegas (según especie)					
		Pajonales (según especie)					
	Sin Vegetación	Desiertos	n.a.	<5%	<5%	<5%	<5%
		Altas Cumbres, Nieves y Glaciares					
		Farellones y Afloramientos rocosos					
		Derrumbes, Deslizamientos, Conos, Aluviones					

Fuente: Modificado y Adaptado de CONAF-CONAMA-BIRF.

Con todo, las unidades reconocidas en el mosaico y la información colectada en terreno fueron traspasadas sobre los planos topográficos del Proyecto Caserones generando un plano de cobertura actual del suelo o planos de vegetación.

Finalmente, y para la presentación de la vegetación se ha optado por adoptar nomenclatura tradicional para las formaciones altoandinas, esto es que las praderas y vegas han sido denominadas, respectivamente, como “praderas altoandinas” y “vegas altoandinas”, mientras que los matorrales de altura (con especies que crecen por sobre los 3500 m.s.n.m.) que en la zona, además de arbustos, usualmente presentan una representativa estrata herbácea– han sido nombrados como “estepas altoandinas”

V.3.1.C Vegetación Local

En la Tabla V-30, presenta la superficie ocupada por cada forma de uso actual del suelo (vegetación).

Tabla V-30. Superficie de Uso Actual del Suelo (Vegetación), en hectáreas.

Origen de la Cobertura	Formación Vegetal	Sub uso	Superficie (ha)	
Ambientes Modificados	Desprovisto de Vegetación	Área Industrial	6,8	
		Casas, Galpones, Campamentos	2,3	
		Vías (Caminos, etc.)	79,6	
Ambientes Intervenidos	Bosque Mixto		0,5	
Ambientes Naturales	Praderas		570,1	
	Matorral		1.827,7	
	Estepas Altoandinas		1.738,8	
	Bosque Nativo		2,8	
	Humedales	Vegas	30,3	
	Sin Vegetación	Altas Cumbres		3.495,7
		Farellones y Afloramientos rocosos		1331,5
Derrumbes, Deslizamientos, Conos, Aluviones			279,4	
Total			9.365,5	

En el Anexo V-2 se presenta el plano de Vegetación del área estudiada, donde se observa que, la mayor proporción de la superficie estudiada (56%) se encuentra desprovista de vegetación por causa naturales, pues corresponde a Altas cumbres,

Farellones y Afloramientos rocosos y Derrumbes. Además, se presenta un transecto altitudinal de la vegetación.

En segundo lugar (36%) predominan las formaciones dominadas por especies arbustivas (matorrales y estepas). En tercer lugar (6,3%) se ubican las praderas (altoandinas principalmente).

El resto de la superficie se reparte en pequeñas áreas de diversos usos.

Ambientes Modificados

Con un total agregado de 88,7 ha (1%) corresponde a sectores donde la vegetación natural ha sido completamente removida a causa de la instalación de obras de uso antrópico, correspondiendo –en el área del proyecto– a:

- Área industrial: ocupadas por la planta piloto con 6,8 ha;
- Casas: con un total de 2,3 ha ocupadas por el área del campamento pionero (2 ha) y dos casas localizadas en la faja del camino de acceso (0,3 ha); y
- Caminos: con cerca de 80 ha ocupadas por las fajas de caminos de acceso, caminos interiores y la intrincada red de caminos de sondaje existentes en el área del yacimiento.

Ambientes Intervenidos

Corresponde a sectores donde la vegetación, si bien presenta elementos naturales y surge espontáneamente, se muestra fuertemente influenciada por acciones de origen antrópico que han modificado notoriamente la composición y/o la estructura de una comunidad vegetal natural.

En el área del proyecto esta forma de uso sólo se ve representado por una pequeña fracción (media hectárea) de Bosque Mixto que se localiza en la orillas del río Ramadillas cerca de su confluencia con el río Pulido.

Esta curiosa forma de bosque corresponde a una condición donde, sobre una estructura de matorral denso de Huingán (*Schinus polygamus*) y Brea (*Tessaria absinthioides*) de orillas de río, muy propia de orillas de río, se ha desarrollado un dosel arbóreo de Sauce llorón (*Salix babilonica*) generando una fisonomía de bosque abierto (Figura V-39).



Figura V-39. Fisonomía del Bosque Mixto de Sauce – Huingán – Brea.

Ambientes Naturales

Entendidos como tales aquellos sectores donde la vegetación (o la expresión vegetal) de un área presenta características de composición y estructura cercanas (cuando no exactas) a las condiciones naturales y donde el efecto de la actividad antrópica (sí la hay) no ha generado cambios notorios en la fisonomía propia de las formaciones.

En el área del proyecto la vegetación presenta un marcado escalonamiento altitudinal²⁰ pues –y aún cuando hay una serie de especies que tienen una amplia distribución altitudinal (como es el caso de *Ephedra breana* y *Jarava chrysophylla*) en los sectores más bajos existe una clara predominancia de formaciones de matorral, con variaciones locales en, principalmente, la cobertura, mientras que, por sobre los 3.400 m.s.n.m. se produce un cambio notorio en la composición dominante y el paisaje vegetal se presenta definido por estructuras de esteparias de altura, a veces interrumpido por amplias praderas, por abundantes farellones y afloramientos rocosos, los deslizamientos de tierra o, en quebradas de altura, vegas. Esta zonificación presenta intromisiones de un sistema en otro en los casos en que quebradas profundas trepan hacia las cordilleras, en cuyo interior, protegidos, pueden encontrarse matorrales, o, en otro sentido cuando cordones o estribaciones de cerros abruptas descienden en altitud, en tal caso, pueden presentarse formaciones esteparias en altitudes algo menores a lo corriente.

Finalmente, y por sobre los 4.500 m.s.n.m., la cobertura del suelo dominante son las altas cumbres desprovistas de vegetación o bien los farellones rocosos.

²⁰ El transecto del área estudiada se presenta en el Anexo V-2.

Praderas

Con un total de 570 ha corresponde a formaciones que se localizan en pisos altitudinales altos (preferentemente por sobre los 3.500 m.s.n.m.), en pendientes relativamente suaves y sobre sustratos pobres, usualmente pedregosos (regolitos).

Se encuentran dominadas –a veces exclusivamente– por especies herbáceas, principalmente por gramíneas cespitosas (coirones), como Paja Brava (*Jarava chrysophylla*), Coirón (*Jarava atacamensis*) y *Trisetum preslei*, presentando la fisonomía típica de las llamadas Praderas Altoandinas (Figura V-40).

En general, esta forma vegetacional es relativamente pobre en composición y usualmente presenta coberturas medias a bajas. Con todo –y en función de las condiciones del ambiente– presenta algunas variaciones en composición y estructura (véase Tabla V-31).

Así, en ciertas condiciones más favorables, que permiten el desarrollo de formas biológicas más complejas, participan en la estructura elementos arbustivos relevantes como Varilla Brava (*Adesmia hystrix*), en especial en situaciones de transición hacia la estepa altoandina.



Figura V-40. Fisonomía de Pradera Altoandina.

Tabla V-31. Superficie (ha) de Praderas según Composición Dominante y Cobertura.

Especies Dominantes	Cobertura			Total
	Abierta	Semidensa	Densa	
<i>Jarava chrysophylla</i> - <i>Jarava atacamensis</i> - <i>Trisetum preslei</i>	104,4	146,6		251,0
<i>Jarava chrysophylla</i>	151,2	67,2		218,4
<i>Jarava chrysophylla</i> - <i>Jarava atacamensis</i> - <i>Adesmia hystrix</i>	3,4	7,9	86,2	97,5
<i>Jarava chrysophylla</i> - <i>Adesmia hystrix</i> – <i>Junellia uniflora</i>		3,3		3,3
Total	259,0	225,0	86,2	570,1

En pisos altitudinales más bajos (2.500 a 3.500 m.s.n.m.) la pradera tiende a ser desplazada a sectores restrictivos elevados como planicies por sobre farellones rocosos o en sectores de más pendiente asociados a antiguos conos de deyección o derrumbes en proceso de colonización vegetal.

Matorrales

Se trata de la forma de estructura de vegetación más frecuente del área, que se encuentra en los pisos altitudinales inferiores del área (por debajo de los 3.400 m.s.n.m. preferentemente) y que, en ciertos casos, presenta mayor complejidad estructural.

De fisonomía definida por la dominancia de especies arbustivas de diferentes tamaños, presenta marcadas diferencias de composición y estructura en función de las características del relieve, el sustrato, la exposición y, especialmente, la disponibilidad de humedad. En ese sentido, y aún cuando los límites entre ellas suelen ser difusos, pueden diferenciarse dos subgrupos principales de matorral.

- Matorrales ribereños; y
- Matorrales de terraza y de laderas.

Matorrales Ribereños

Corresponde a una condición muy localizada, aunque extendida, vinculada a la presencia de cursos de agua y quebradas donde la mayor disponibilidad relativa de agua (a veces en forma superficial y permanente) permite un mayor desarrollo de la vegetación y genera condiciones que permiten albergar un mayor número de especies. En tales condiciones, el sustrato y la fisiografía condicionan en forma notoria la estructura y, sobre todo, la composición, presentándose una alta variación en la mezcla y dominancia de especies (Véase Tabla V-32).

Con todo, en la casi la totalidad de estas formaciones ribereñas existe un matriz básica de especies dada por Chilca (*Baccharis salicifolia*), Brea (*Tessaria absinthioides*) y/o Cola de Zorro (*Cortaderia speciosa*), que aportan una parte importante de la cobertura y cuya presencia se vincula casi exclusivamente a la disponibilidad de agua, pues en presencia de esta condición, no presenta mayores restricciones en lo referido al sustrato superficial. En ocasiones esta matriz básica de especies constituye por sí sola el matorral de un área (Figura V-41).



Figura V-41. Fisonomía de Matorral Ribereño de Chilca – Brea – Cola de Zorro.

Tabla V-32. Superficie (ha) de Matorrales Ribereños según Composición Dominante y Cobertura.

Composición Dominante	Cobertura				Total
	Muy Abierto	Abierto	Semidenso	Denso	
Cola de Zorro - Brea - Chilca	4,4	3,7	6,7	7,6	22,4
Chilca - Cachiyuyo			0,3		0,3
Chilca - Bailahuén		1,4		0,2	1,6
Chilca - Brea - Cola de Zorro - Huingán			2,4	2,2	4,6
Ñipa - Cachiyuyo - Calpiche		1,6	4,8		6,4
Ñipa - Cachiyuyo - Brea - Chilca		2,8		3,9	6,7
Ñipa - Acerilla - Cola de Zorro		0,1	2,2		2,3
Ñipa - Bailahuén - Acerilla				5,5	5,5
Ñipa - Huingán - Acerilla - Cola de Zorro				6,2	6,2
Ñipa - Huingán - Brea				9,6	9,6
Ñipa - Brea - Chilca - Cola de Zorro			3,1	6,4	9,5
Huingán		0,5		0,4	0,9
Huingán - Chilca - Cachiyuyo		10,0			10,0
Huingán - Acerilla				0,3	0,3
Huingán - Cola de Zorro			1,5		1,5
Huingán - Pingo pingo - Bailahuén			1,7		1,7
Huingán - Ñipa - Acerilla - Cola de Zorro		0,3			0,3
Huingán - Pichi Romero - Acerilla - Cola de Zorro		1,1	2,9	1,0	5,0
Huingán - Brea - Cola de Zorro			4,6		4,6
Huingán - Brea - Acerilla		0,5	0,3		0,8
Huingán - Brea - Algarrobo				0,5	0,5
Huingán - Brea - Chilca - Ñipa				1,1	1,1
Huingán - Brea - Pichi Romero - Cola de Zorro				0,5	0,5
Huingán - Chañar			0,4		0,4
Huingán - Brea - Cachiyuyo - Chañar			0,3		0,3
Brea		0,1	1,0	1,5	2,6
Brea - Chilca	2,1	4,5	1,1		7,7
Brea - Chilca - Ñipa y/o Huingán	3,1	2,5	3,8	4,7	14,1
Brea - Pingo pingo	0,3	1,5			1,8
Brea - Ñipa		0,5			0,5
Total	5,5	27,0	30,4	43,8	129,2

Junto a esta matriz de Cola de Zorro, Brea y Chilca la composición varía pues diferentes especies entran o salen de la estructura en función de las condiciones locales de sustrato, humedad y asolamiento.

Así, en condiciones de quebradas cerradas o profundas, y en sustratos relativamente profundos y con baja pedregosidad superficial relativa, los matorrales tienden a un desarrollo rico en

cobertura y altura de los individuos, y con dominancia de arbustos de gran talla (a veces de porte arbóreo). Entre estos los más frecuentes son Huingán (*Schinus polygamus*) y/o Ñipa (*Escallonia angustifolia*) (Figura V-19) y, en condiciones de lindero o en claros pedregosos: Acerilla (*Buddleja suaveolens*), Calpichi (*Lycium deserti*) o Pingo – Pingo (*Ephedra breana*).



Figura V-42 Fisonomía de Matorral Ribereño de Ñipa – Huingan – Chilca.

En condiciones de quebradas más secas o más pedregosas se incorporan elementos claramente desérticos como Cachiyuyo (*Atriplex deserticola*) u Ojalar (*Atriplex imbricata*).

Matorrales de Terraza o de Laderas

A menudo en contacto con los matorrales ribereños, con los que se mezcla en condiciones de lindero, corresponde a una formación dominada por especies arbustivas medias a bajas en coberturas variables dependiendo del grado de asoleamiento y las condiciones de pedregosidad del sustrato.

En este caso la mezcla de especies es menos rica y, en general presenta pocas variaciones sustanciales en la composición, siendo muy frecuente la asociación de Pingo pingo (*Ephedra breana*) y Bailahuén (*Haploppapus baylahuen*) que resulta ser una matriz común en casi toda el área (Tabla V-33).

En términos generales, existe cierto patrón de localización de las asociaciones, con cierta tendencia a la participación con mayor abundancia de Pingo pingo, Bailahuén, Acerilla (*Buddleja suaveolens*) y/o Calpichi (*Lycium deserti*) en situaciones de terrazas aluviales (Figura V-43) donde, a menudo, también se mezcla con elementos ribereños como Ñipa o Huingán, o

bien en laderas bajas y de poca pendiente pero con pedregosidad superficial media a alta. En estas situaciones aparece, en el piso de la formación, la cactácea Leoncito (*Maihueniopsis glomerata*).

En condiciones de ladera –más elevadas, de mayor pendiente o de condiciones de sustrato más restrictivo– la composición se vuelve más pobre y se incorporan elementos desérticos como Cachiyuyo y/u Ojalar (Figura V-44) o *Fabiana viscosa* que, en condiciones de extrema pendiente y pobres de sustrato, tienden a formar matorrales puros y muy ralos (Figura V-45).

En situaciones de mayor altitud, esto es del orden de 3.000 m.s.n.m. el matorral es dominado por Pingo pingo y, en menor grado, Bailahuén, pero con la participación abundante de Paja brava (*Jarava chrysophylla*). Además de esta también aparecen, aunque en mucha menor abundancia, otros elementos altoandinos como Varilla brava (*Adesmia hystrix*) (Figura V-46).

Tabla V-33. Superficie (ha) de Matorrales de Terraza y Laderas según Composición Dominante y Cobertura.

Composición Dominante	Cobertura				Total
	Muy Abierto	Abierto	Semidenso	Denso	
Bailahuén - Pingo pingo	104	68,7	5,7		178,4
Bailahuén - Pingo pingo - Cachiyuyo		2,4			2,4
Cachiyuyo				0,1	0,1
Cachiyuyo- Calpiche - Brea				4	4
Cachiyuyo- Calpiche - Pingo pingo		1,7	2,6		4,3
Cachiyuyo- Huingán - Brea	0,7		1,5		2,2
Calpiche	1				1
Calpiche - Cachiyuyo	11,3	2,4			13,7
Calpiche - Cachiyuyo - Huingán			3,5		3,5
Fabiana viscosa	40,8				40,8
Acerilla - Bailahuén - Huingán - Ñipa			0,1	1,1	1,2
Acerilla - Pichi romero		36,9			36,9
Acerilla - Pichi romero		7,3			7,3
Acerilla - Pichi romero - Huingán		4	0,8		4,8
Ojalar	39,7				39,7
Ojalar - Bailahuén	1,1	38,9	15		55
Ojalar - Cachiyuyo	10,7	0,5			11,2
Ojalar - Calpiche	59,2				59,2
Pingo pingo	24,7				24,7
Pingo pingo - Bailahuén - Adesmia hystrix - Paja brava		12,3	2,3		14,6
Pingo pingo - Bailahuén - Cachiyuyo			15,2	4,6	19,8
Pingo pingo - Bailahuén - Fabiana viscosa	162,5	128	47,3	7,1	344,9
Pingo pingo - Bailahuén - Acerilla	1,2	38,8	42,6	4,9	87,5

Composición Dominante	Cobertura				Total
	Muy Abierto	Abierto	Semidenso	Denso	
Pingo pingo - Bailahuén - Ojalar	40,9	34,1	24,6	1,1	100,7
Pingo pingo - Bailahuén - Paja brava	98,9	107	26,4	2,2	234,5
Pingo pingo - Bailahuén - Pichi romero - Acerilla		1,4			1,4
Pingo pingo - Cachiyuyo	1,7	73,2			74,9
Pingo pingo - Calpiche	4,8	8,7	3,5		17
Pingo pingo - Fabiana viscosa	164,8	29,7	1,7		196,2
Pingo pingo - Huingán - Pichi romero - Acerilla			3,3	3,7	7
Pingo pingo - Ojalar - Fabiana viscosa	44,4	45,4			89,8
Total	812,4	641,4	196,1	28,8	1.678,7



Figura V-43. Fisonomía de Matorral de Terraza de Pingo pingo – Bailahuén – Acerilla.



Figura V-44. Fisonomía de Matorral de Ladera de Ojalar- Pingo pingo – Bailahuén.



Figura V-45. Fisonomía de Matorral de Ladera de Fabiana viscosa.



Figura V-46 Fisonomía de Matorral de Ladera de Pingo pingo – Bailahuén – Paja brava.

Estepas Altoandinas

Corresponde a una condición que se localiza en las situaciones de mayor altitud relativa del área, esto es entre, aproximadamente, 3.400 a 4.200 m.s.n.m., inmediatamente por debajo de las altas cumbres, constituyendo el límite altitudinal de la vegetación.

Ocupando preferentemente laderas de pendientes moderadas a suaves y sobre sustratos con alta pedregosidad superficial, es una formación vegetacional en la que la cobertura es discontinua y, con frecuencia, muy reducida, y cuya fisonomía esteparia está dada por dos (en ocasiones tres) estratos dominados por especies arbustivas de baja estatura y especies herbáceas principalmente cespitosas, dando, entonces, la fisonomía de estepa con que se le denomina.

La composición de estas estepas es bastante constante, con variaciones condicionadas, principalmente, por la altitud, exposición y posición topográfica. La Tabla V-34 presenta la superficie ocupada por las estepas altoandinas.

Tabla V-34. Superficie (ha) de Estepas Altoandinas según Composición Dominante y Cobertura.

Composición Dominante	Cobertura				Total
	Muy Abierta	Abierta	Semidensa	Densa	
Varilla brava - Añahua - Paja brava	3,3	17,7	5,5	65,5	92,0
Varilla brava - Añahua - Espinillo - Paja brava	0,4	123,3	120,2	59,1	303,0
Varilla brava - Pingo pingo - Paja brava	96,6	100,5	88,4	100,4	385,9
Varilla brava - Bailahuén - Paja brava	13,5	19,4	28,6	6,4	67,9
Varilla brava - Pingo pingo - Bailahuén - Paja brava	0,0	5,6	27,8		33,4
Varilla brava - Paja brava	145,6	42,8	13,8	43,7	245,9
Varilla brava - Llareta - Paja brava	0,0	5,3	0,0		5,3
Añahua - Cuerno de Cabra - Capachito - Paja brava	19,9	11,3	30,6	19,80	81,6
Añahua- Espinillo - Cuerno de Cabra	6,6	0,0			6,6
Añahua- Espinillo - Paja brava	198,6	179,8	47,5		425,9
Llareta - Espinillo	4,0	0,0	56,1		60,1
Llareta - Espinillo - Paja brava	4,6	10,0	0,0		14,6
Llareta - Espinillo - Chachacoma - Paja brava	0,0	0,0	16,6		16,6
Total	493,1	515,7	435,1	294,9	1.738,8

La asociación Varilla brava (*Adesmia hystrix*) y Paja brava (*Jarava chrysophylla*) constituye una cohorte de especies más o menos común a todas las situaciones, a menudo como asociación por sola (Figura V-24) o mezclándose, en los pisos más bajos con Pingo pingo (*Ephedra breana*) o Bailahuén (*Haploppapus baylahuen*); o con Llareta (*Azorella madreporica*) en los pisos superiores.



Figura V-47. Fisonomía de Estepa Altoandina de Varilla brava – Paja brava.

En piso más elevados (por sobre los 3.800 m.s.n.m.), la estepa presenta un aspecto más bajo y ralo que, en laderas de pendientes medias a suaves es dominado por una asociación de Llaretas (*Azorella monantha*), Espinillo (*Adesmia echinus*) y Paja brava (*Jarava chrysophylla*) (Figura V-25), que muchas veces desciende hasta las quebradas constituyendo el borde de las vegas altoandinas donde Llaretas suele participar de manera constituyente.

En el límite altitudinal de la vegetación, en condiciones consecuentemente más restrictivas, la estepa se presenta achaparrada y rala, dominada por arbustos bajos (algunos de crecimiento subterráneo) compuesto por Añahua (*Adesmia aegyptiaca*), Espinillo (*Adesmia echinus*) y Cuerno de Cabra (*Adesmia subterranea*) (Figura V-49).



Figura V-48. Fisonomía de Estepa Altoandina de Llaretas – Espinillo.



Figura V-49. Fisonomía de Estepa Altoandina de Añahua – Espinillo – Cuerno de Cabra.

Finalmente, en las laderas de las quebradas cordilleranas más profundas, en condiciones protegidas del excesivo viento, se presenta una Estepa de más desarrollo en biomasa, compuesta por Añahua (*Adesmia aegyceras*), Cuerno de Cabra (*Adesmia subterranea*), Capachito (*Calceolaria pinifolia*) y Paja brava (*Jarava chrysophylla*), en la que también participa Llaretta y constituye también un “borde” de las vegas altoandinas (Figura V-50).



Figura V-50. Fisonomía de Estepa Altoandina de Añahua –Cuerno de Cabra – Capachito.

Vegas Altoandinas

Condición vegetacional muy particular que se vincula a cursos de agua superficial permanente de la alta cordillera, que presentan un flujo de lento discurrir (a menudo parece agua detenida) y que se diferencian del resto de las formaciones locales por la alta acumulación de fitomasa y que, al producir un efecto “tampón” juegan un importante rol en la regulación de ciclos hidrológicos.

Estructuralmente está constituida por una estrata herbácea muy densa de especies pulvinadas (en cojín) y cespitosas (en “champas”), por especies que, en buena parte son exclusivas de este tipo de humedales. La Tabla V-35 presenta la superficie ocupada por vegas en el área del proyecto.

Tabla V-35. Superficie (ha) de Vegas según Composición Dominante y Cobertura.

Composición Dominante	Total
<i>Patosia clandestina</i> - <i>Carex gayana</i> - <i>Jarava chrysophylla</i> - <i>Deyeuxia velutina</i>	0,5
<i>Patosia clandestina</i> - <i>Carex gayana</i> - <i>Jarava chrysophylla</i> - <i>Deyeuxia velutina</i> - <i>Azorella madreporica</i>	8,1
<i>Patosia clandestina</i> - <i>Carex gayana</i> - <i>Jarava chrysophylla</i> - <i>Deyeuxia velutina</i> - <i>Juncus chilensis</i>	9,8
<i>Patosia clandestina</i> - <i>Jarava chrysophylla</i> - <i>Azorella madreporica</i>	5,5
<i>Patosia clandestina</i> - <i>Jarava chrysophylla</i> - <i>Juncus chilensis</i>	1,7
<i>Patosia clandestina</i> - <i>Jarava chrysophylla</i> - <i>Juncus chilensis</i> - <i>Cortaderia rudiusscula</i>	3,4
<i>Scirpus deserticola</i> – <i>Mimulus glabratus</i>	0,9
<i>Scirpus deserticola</i> - <i>Eleocharis albibracteata</i> - <i>Deyeuxia velutina</i>	0,3
Total	30,3

La forma más común en el área se presenta en las quebradas de gran altitud, principalmente en aquellas de mayor importancia, como la Quebrada Caserones (sector alto) y la cabecera de la Quebrada La Brea (sector medio), aunque también se presentan en quebradas tributarias de aquellas.

La composición más típica es una formación muy densa de Coirón de Vega (*Patosia clandestina*), *Carex gayana*, Paja brava (*Jarava chrysophylla*) y *Deyeuxia velutina*, a la que, en las quebradas más elevadas se agrega Llaretta (*Azorella madreporica*), para, al ir descendiendo en altitud, ser reemplazada por otras especies como Junquillo (*Juncus stipulatus*) o, finalmente, *Cortaderia speciosa*, donde las vegas comienzan a cambiar a formaciones de matorral ribereño.



Figura V-51 Fisonomía de Vega Altoandina.

Otra condición de vega presente en el área del proyecto, esta constituido por dos pequeñas extensiones (que en conjunto totalizan 0,3 hectáreas) localizadas en la parte baja de la Quebrada La Brea, inmediatamente aguas arriba del campamento. Se trata de una formación de vega “subandina”, densa y de céspedes muy duros dominada por *Scirpus desertícola*, *Eleocharis albibracteata* y *Calamagrostis velutina*, vinculada al sistema hídrico de la quebrada (Figura V-52).



Figura V-52. Fisonomía de Vega Baja.

Bosque Nativo

Situación muy escasa en el área del estudio, toda vez que en la región no suelen ser frecuentes las estructuras de bosque²¹. En este caso se trata de vestigios remanentes de los antiguos bosques “galería” que se extendían en la cuenca del río Copiapó

Se localizan a la orilla del camino de acceso, en las cercanías de la confluencia del río Ramadillas con el río Pulido, y se trata de 1,7 hectáreas distribuidas en seis pequeños rodales, dominados por Algarrobo (*Prosopis chilensis*) y/o Chañar (*Geoffrea decorticans*). (Tabla V-36)

²¹ Se ha considerado la definición de bosque contenida en el DL 701, según la cual se entiende por bosque, para la zona árida, aquella formación en la que los árboles de más de 1 metro de altura ocupan una cobertura de más de 10% de cobertura de copas.

Tabla V-36. Superficie (ha) de Bosque Nativo según Composición Dominante y Cobertura.

Composición Dominante	Cobertura				Total
	Muy Abierto	Abierto	Semidenso	Denso	
Algarrobo		0,2	0,1		0,3
Chañar			0,2	1,7	1,9
Chañar - Algarrobo		0,2	0,4		0,6
Total		0,4	0,7	1,7	2,8

Son formaciones de composición muy pobre y de estructura muy simple –en general monoestratificados– pero que evidencian un origen de monte bajo que da cuenta de un antiguo y recurrente proceso de corta y extracción de leña (Figura V-53).



Bosque de Algarrobo



Bosque de Chañar

Figura V-53. Fisonomía de Bosques Nativos.

Sin Vegetación

Esta es la forma de cobertura del suelo más común del área (Tabla V-37), lo que resulta natural sin se considera que la mayor proporción del terreno se encuentra por sobre el límite altitudinal de la vegetación.

Tabla V-37. Superficie (ha) de Terrenos Sin Vegetación.

Sin Vegetación por	Total
Altas Cumbres	3.495,7
Farellones y Afloramientos Rocosos	1.326,8
Derrumbes, Aluviones y Conos	255,8
Total	5.078,3

Corresponde a áreas que, dadas las extremas condiciones ambientales, se encuentran completamente desprovistas de vida vegetal, por efecto de las condiciones climáticas locales (bajas temperaturas, nevadas frecuentes) y edáficas (sustratos sin suelo formado casi exclusivamente de regolitos o rocas).

Se caracteriza por la total ausencia de vida vegetal aun cuando, eventualmente, y condiciones de micrositos algo más favorables se encuentran individuos, muy dispersos y aislados de especies altoandinas como *Jarava chrysophylla*, *Senecio volckmanii*, *Adesmia spp* o *Chaetanthera sphaeroidalis*, que, en cualquier caso, aportan coberturas insignificantes como para constituir vegetación.

Vegetación Ribereña Sector Valle

La vegetación presente en el Sector Valle, donde se ubican los pozos de extracción de agua, se vincula estrechamente a la presencia de cursos de agua permanente lo que permite un mejor desarrollo de la vegetación. En estas condiciones se presentan especies más vigorosas producto de la cercanía del río, de fisonomía definida por la dominancia de individuos arbustivos de diferentes tamaños.

Las formaciones ribereñas típicas encontradas en los pozos responden a una matriz básica de especies dadas por Cola de zorro (*Cortaderia speciosa*), Chilca (*Baccharis salicifolia*), Huingán (*Schinus polygamus*), cuya cobertura y presencia se vincula a la disponibilidad de agua. En algunos sectores se observan individuos aislados de Algarrobo (*Prosopis chilensis*). Sin embargo, existen sectores en que esta formación vegetal ha sido reemplazada por parronales, quedando reducida a remanentes dominados Cola de zorro (*Cortaderia speciosa*).



Figura V-54. Fisonomía de Matorral Ribereño Presente en los Pozos (Sector Valle).

V.3.1.D Valoración Ambiental

Aún cuando el área no constituya un sistema prístino, es importante destacar que conserva, en muy buen estado, diferentes elementos de vegetación natural que muestran la adaptación de las formas de vida vegetal a diferentes ambientes locales, en una muestra de los sistemas propios de la zona andina y sub andina de la región semiárida, incluyendo elementos boscosos de más rara ocurrencia.

Por otro lado, todos estos elementos, desde los desiertos de altura hasta los matorrales de los valles y los ya mencionados bosques, no se presentan aislados, sino que a pesar del marcado escalonamiento altitudinal, en una relación de conectividad que permite, por un lado, la ocurrencia de corredores sin cambios drásticos para la fauna, así como canales de flujo genético entre poblaciones vegetales.

Por tal motivo la valoración del componente ambiental Vegetación es 10, es decir, una relevancia muy alta (ver V.11 Valoración de los Componentes Ambientales, más adelante).

V.3.2 Flora

El área de influencia directa de este componente ambiental corresponde al polígono que comprende las áreas en que se emplazarán las obras físicas del proyecto (Figura V-2). El área de influencia indirecta corresponde a una franja de 100 m alrededor del área de influencia directa.

V.3.2.A Metodología

Para determinar las especies de flora presentes en la zona del proyecto, durante la campaña de terreno, y en forma paralela al levantamiento de vegetación, se recorrió el área reconociendo, registrando y colectando –en herbario– muestras de las diferentes especies presentes.

Posteriormente, y en gabinete se trabajó en la identificación de las muestras y registros en base a claves taxonómicas apropiadas.

Finalmente, y a partir de toda la información recolectada, se elaboró un catálogo florístico del área del estudio, indicando, para cada especie, nombre científico, clasificación taxonómica y su forma de crecimiento, así como el estado de conservación, de acuerdo a la nomenclatura y clasificación entregada por Squeo et al²².

V.3.2.B Flora del Área del Proyecto

El resultado de los estudios de terreno indica que en el área se encuentran 98 especies de flora vascular, cuyos nombres, clasificación taxonómica, origen y forma de vida se presentan en la Tabla V-38.

El número de especies, relativamente elevado, responde a la alta diversidad de ambientes que por su extensión presenta el área, que abarca desde formaciones boscosas en la parte más baja hasta vegas altoandinas, que se conectan por un sistema de corredores biológicos dados por las quebradas que descienden hacia el valle.

²² Squeo, F.; M. Arroyo; A. Marticorena; G. Arancio; M. Muñoz, M. Negritto; G. Rojas; M. Rosas; R. Rodríguez; A. Humaña; E. Barrera y C. Marticorena. 2008. Catálogo de la Flora Vascular de la Región de Atacama. En: Squeo, F.; G. Arancio y J.R. Gutiérrez (Eds). Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile, pp: 97 -120.

Tabla V-38. Flora Vasculare Presente en el área del Proyecto.

Subdivisión	Clase	Familia	Especie	Nombre Común	Origen	Forma Biológica	Estado de Conservación
Pteridophyta	Filicopsida	Azollaceae	<i>Azolla filiculoides</i> Lam.	Flor del Pato	Nativa	Helecho	Insuficientemen Conocida
Pteridophyta	Sphenopsida	Equisetaceae	<i>Equisetum bogotense</i> Kunth	Hierba de la Plata	Nativa	Helecho	Insuficientemen Conocida
Gymnospermae	Gnetopsida	Ephedraceae	<i>Ephedra breana</i> Phil.	Pingo Pingo	Nativa	Arbusto	Fuera de Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i> L.	Pimiento	Nativa	Árbol	Fuera de Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Anacardiaceae	<i>Schinus polygamus</i> (Cav) Cabrera	Huingán	Endémica	Arbusto	Fuera de Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Apiaceae	<i>Azorella madreporica</i> Clos	Llaretá	Nativa	Arbusto	Fuera de Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Apiaceae	<i>Azorella monantha</i> Clos	Llaretá	Nativa	Arbusto	Fuera de Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Apiaceae	<i>Mulinum crassifolium</i> Phil.		Nativa	Arbusto	Insuficientemen Conocida
Angiospermae	Dicotyledoneae	Asteraceae	<i>Baccharis linearis</i> (R. et P.) Pers.	Romerillo	Nativa	Arbusto	Fuera de Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Asteraceae	<i>Baccharis salicifolia</i> (R. et P.) Pers.	Chilca	Nativa	Arbusto	Fuera de Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Asteraceae	<i>Chaetanthera lanata</i> (Phil.) I.M. Johnston	Yesca	Nativa	Hierba perenne	Fuera de Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Asteraceae	<i>Chaetanthera minuta</i> (Phil.) Cabrera	Escarapela	Nativa	Hierba Anual	Insuficientemen Conocida
Angiospermae	Dicotyledoneae	Asteraceae	<i>Chaetanthera pulvinata</i> (Phil.) Hauman	Chinita	Nativa	Hierba perenne	Fuera de Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Asteraceae	<i>Chaetanthera sphaeroidalis</i>	Flor de la Puna	Nativa	Hierba perenne	Fuera de Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Asteraceae	<i>Chuquiraga ulicina</i> (H. et A) H. et A.	Yerba blanca	Endémica	Arbusto	Fuera de Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Asteraceae	<i>Doniophyton anomalum</i> (D. Don) Kurtz	Doñofito	Nativa	Hierba Anual	Fuera de Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Asteraceae	<i>Haplopappus baylahuen</i> J. Remy	Bailahuén	Nativa	Arbusto	Fuera de Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Asteraceae	<i>Perezia purpurata</i> Wedd.	Marancel	Nativa	Hierba perenne	Fuera de Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Asteraceae	<i>Senecio anthemidiphyllus</i> J. Remy		Nativa	Arbusto	Fuera de Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Asteraceae	<i>Senecio micropifolius</i> DC	Puntete	Endémica	Sufrútice	Fuera de Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Asteraceae	<i>Senecio minutifolius</i> Phil.		Endémica	Sufrútice	Fuera de Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Asteraceae	<i>Senecio oreophyton</i> J. Remy	Chacacoma	Nativa	Sufrútice	Fuera de Peligro

Subdivisión	Clase	Familia	Especie	Nombre Común	Origen	Forma Biológica	Estado de Conservación
Angiospermae	Dicotyledoneae	Asteraceae	<i>Senecio proteus</i> J. Remy		Endémica	Arbusto	Fuera de Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Asteraceae	<i>Senecio volckmanii</i> Phil.		Nativa	Sufrútice	Fuera de Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Asteraceae	<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill.	Lechuguilla	Advena	Hierba Anual	Sin Categoría
Angiospermae	Dicotyledoneae	Asteraceae	<i>Tessaria absinthioides</i> (H. et A.) DC	Brea	Nativa	Sufrútice	Fuera de Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Bignoniaceae	<i>Argylia radiata</i> (L.) D. Don	Flor del Jote	Nativa	Hierba perenne	Fuera de Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Boraginaceae	<i>Cryptantha gnaphalioides</i> (A. DC.) Reiche	Té de Burro	Endémica	Arbusto	Fuera de Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Boraginaceae	<i>Cryptantha involucrata</i> (Phil.) Reiche	Criptanta	Endémica	Hierba anual	Fuera de Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Brassicaceae	<i>Cardamine glacialis</i> (G. Forst) DC	Berro Andino	Nativa	Hierba perenne	Fuera de Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Brassicaceae	<i>Descurainia pimpinellifolia</i> (Barn) O.E Schulz	Nabillo	Nativa	Hierba Anual	Fuera de Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Brassicaceae	<i>Menonvillea cuneata</i> (Gill. et Hook.) Rollins		Nativa	Hierba perenne	Fuera de Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Brassicaceae	<i>Schizopetalon rupestre</i> (Barnéoud) Reiche	Clavelillo	Nativa	Hierba Anual	Fuera de Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Buddlejaceae	<i>Buddleja suaveolens</i> Kunth et Bouché	Acerilla	Endémica	Arbusto	Vulnerable
Angiospermae	Dicotyledoneae	Cactaceae	<i>Maihueniopsis glomerata</i> (Haw.) R. Kiesling	Leoncito	Endémica	Suculenta	Vulnerable
Angiospermae	Dicotyledoneae	Caesalpinaceae	<i>Hoffmannsegia glauca</i> (Gomez Ortega) Eifert		Nativa	Hierba perenne	Fuera de Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Caesalpinaceae	<i>Senna urmetae</i> (Phil.) H.S. Irwin et Barneby	Alcaparra	Endémica	Arbusto	Fuera de Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Calyceraceae	<i>Nasthanthus caespitosus</i> (Phil.) Reiche	Chororea	Nativa	Hierba perenne	Fuera de Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Campanulaceae	<i>Lobelia oligophylla</i> (Wedd.) Lamers		Nativa	Hierba perenne	Fuera de Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Chenopodiaceae	<i>Atriplex deserticola</i> Phil.	Cachiyuyo	Nativa	Arbusto	Fuera de Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Chenopodiaceae	<i>Atriplex imbricata</i> (Moq.) D. Dietr.	Ojalar	Nativa	Arbusto	Fuera de Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Correhuela	Advena	Hierba Anual	Sin Categoría
Angiospermae	Dicotyledoneae	Escalloniaceae	<i>Escallonia angustifolia</i> K. Presl.	Ñipa	Nativa	Arbusto	Fuera de Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Fabaceae	<i>Adesmia aegiceras</i> Phil.	Añahua	Nativa	Arbusto	Fuera de Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Fabaceae	<i>Adesmia argentea</i> Meyen	Varrilla	Endémica	Arbusto	Fuera de Peligro

Subdivisión	Clase	Familia	Especie	Nombre Común	Origen	Forma Biológica	Estado de Conservación
Angiospermae	Dicotyledoneae	Fabaceae	<i>Adesmia cf. obscura</i> Clos	Allaval	Endémica	Arbusto	Insuficientemen Conocida
Angiospermae	Dicotyledoneae	Fabaceae	<i>Adesmia echinus</i> K. Presl.	Espinillo	Nativa	Arbusto	Fuera de Peligr
Angiospermae	Dicotyledoneae	Fabaceae	<i>Adesmia hystrix</i> Phil.	Varilla brava	Endémica	Arbusto	Fuera de Peligr
Angiospermae	Dicotyledoneae	Fabaceae	<i>Adesmia spuma</i> Wederm. ex Burkart		Nativa	Hierba perenne	Fuera de Peligr
Angiospermae	Dicotyledoneae	Fabaceae	<i>Adesmia subterranea</i> Clos	Cuerno de cabra	Nativa	Sufrútice	Fuera de Peligr
Angiospermae	Dicotyledoneae	Fabaceae	<i>Geoffrea decorticans</i> (Gill. ex H. et A.) Burkart	Chañar	Nativa	Árbol	Vulnerable
Angiospermae	Dicotyledoneae	Gentianaceae	<i>Gentiana sedifolia</i> Haencke		Nativa	Hierba Anual	Fuera de Peligr
Angiospermae	Dicotyledoneae	Haloragaceae	<i>Myriophyllum aquaticum</i> (Vell.) Verdc.	pasto pinito	Nativa	Hierba perenne	Fuera de Peligr
Angiospermae	Dicotyledoneae	Hydrophyllaceae	<i>Phacelia cummingii</i> (Benth) A. Gay	Té de Burro	Nativa	Hierba Anual	Fuera de Peligr
Angiospermae	Dicotyledoneae	Hydrophyllaceae	<i>Phacelia secunda</i> J.F. Gmel.	Cuncuna	Nativa	Hierba perenne	Fuera de Peligr
Angiospermae	Dicotyledoneae	Lamiaceae	<i>Mentha piperita</i> L.	Menta	Advena	Hierba perenne	Sin Categoría
Angiospermae	Dicotyledoneae	Loasaceae	<i>Loasa longiseta</i> Phil.	Ortiguilla	Endémica	Hierba Anual	Fuera de Peligr
Angiospermae	Dicotyledoneae	Loranthaceae	<i>Tristerix verticillatus</i> (R. et P.) Berlow et Wiens	Quintral	Nativa	Arbusto	Fuera de Peligr
Angiospermae	Dicotyledoneae	Malvaceae	<i>Cristaria andicola</i> Gay	Malvilla	Nativa	Hierba perenne	Fuera de Peligr
Angiospermae	Dicotyledoneae	Malvaceae	<i>Cristaria cordata-rotundifolia</i> Gay	Malvilla	Nativa	Hierba perenne	Insuficientemen Conocida
Angiospermae	Dicotyledoneae	Malvaceae	<i>Cristaria dissecta</i> H. et A.	Malvilla	Nativa	Hierba Anual	Fuera de Peligr
Angiospermae	Dicotyledoneae	Mimosaceae	<i>Acacia caven</i> (Mol.) Mol.	Espino	Nativa	Árbol	Fuera de Peligr
Angiospermae	Dicotyledoneae	Mimosaceae	<i>Prosopis chilensis</i> (Mol.) Stuntz	Algarrobo	Nativa	Árbol	En Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Plantaginaceae	<i>Plantago barbata</i> G. Forst.	Llantén	Nativa	Hierba perenne	Fuera de Peligr
Angiospermae	Dicotyledoneae	Plantaginaceae	<i>Plantago major</i> L.	Huincallantén	Advena	Hierba perenne	Sin Categoría
Angiospermae	Dicotyledoneae	Polemoniaceae	<i>Gilia crassiflora</i> Bernth		Nativa	Hierba Anual	Fuera de Peligr
Angiospermae	Dicotyledoneae	Polygonaceae	<i>Muehlenbeckia hastulata</i> (Sm.) I.M. Johnst.	Quilo	Nativa	Arbusto	Fuera de Peligr
Angiospermae	Dicotyledoneae	Polygonaceae	<i>Oxytheca dendroidea</i> Nutt.		Nativa	Hierba Anual	Fuera de Peligr
Angiospermae	Dicotyledoneae	Portulacaceae	<i>Cistanthe celosioides</i> (Phil.) Carolin ex Herschk.	Silvea	Endémica	Arbusto	Fuera de Peligr

Subdivisión	Clase	Familia	Especie	Nombre Común	Origen	Forma Biológica	Estado de Conservación
Angiospermae	Dicotyledoneae	Portulacaceae	<i>Cistanthe longiscapa</i> (Barnéoud) Carolin ex Hershk.	Pata de Guanaco	Endémica	Hierba Anual	Fuera de Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Portulacaceae	<i>Montiopsis glomerata</i> (Phil.) D.I. Ford		Nativa	Hierba Anual	Fuera de Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Ranunculaceae	<i>Ranunculus cymbalaria</i> Pursh	Oreja de gato	Nativa	Hierba perenne	Fuera de Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Rosaceae	<i>Acaena magellanica</i> (Lam.) Vahl.	Cadillo	Nativa	Hierba perenne	Fuera de Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Rubiaceae	<i>Cruckshanksia hymenodon</i> H. et A.	Rosita	Nativa	Hierba perenne	Fuera de Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Salicaceae	<i>Salix babylonica</i> L.	Sauce llorón	Advena	Árbol	Sin Categoría
Angiospermae	Dicotyledoneae	Scrophulariaceae	<i>Calceolaria biflora</i> Lam.	Capachito	Nativa	Hierba perenne	Fuera de Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Scrophulariaceae	<i>Calceolaria pinifolia</i> Cav.	Capachito	Nativa	Hierba perenne	Fuera de Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Scrophulariaceae	<i>Mimulus glabratus</i> Kunth	Berro amarillo	Nativa	Hierba perenne	Fuera de Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Scrophulariaceae	<i>Verónica anagallis-aquatica</i> L.	Nomeolvides	Advena	Hierba perenne	Sin Categoría
Angiospermae	Dicotyledoneae	Solanaceae	<i>Fabiana imbricata</i> R. et P.	Pichi romero	Nativa	Arbusto	Fuera de Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Solanaceae	<i>Fabiana viscosa</i> H. et A.	Pichinilla	Endémica	Arbusto	Fuera de Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Solanaceae	<i>Lycium deserti</i> Phil.	Calpichi	Endémica	Arbusto	Fuera de Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Solanaceae	<i>Nicotiana corymbosa</i> J. Remy	Tabaquillo	Nativa	Hierba Anual	Fuera de Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Verbenaceae	<i>Junellia uniflora</i> (Phil.) Mold.		Nativa	Arbusto	Fuera de Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Vivianiaceae	<i>Viviania marifolia</i> Cav.	Oreganillo	Nativa	Arbusto	Fuera de Peligro
Angiospermae	Dicotyledoneae	Zygophyllaceae	<i>Bulnesia chilensis</i> Gay	Retama de cerro	Endémica	Arbusto	Fuera de Peligro
Angiospermae	Monocotyledoneae	Cyperaceae	<i>Carex gayana</i> Desv.		Nativa	Hierba perenne	Fuera de Peligro
Angiospermae	Monocotyledoneae	Cyperaceae	<i>Eleocharis albibracteata</i> Ness et Mey ex Kunth	Rime	Nativa	Hierba perenne	Fuera de Peligro
Angiospermae	Monocotyledoneae	Cyperaceae	<i>Scirpus deserticola</i> Phil.		Advena	Hierba perenne	Sin Categoría
Angiospermae	Monocotyledoneae	Juncaceae	<i>Juncus stipulatus</i> Nees et Meyen	Junquillo	Nativa	Hierba perenne	Fuera de Peligro
Angiospermae	Monocotyledoneae	Juncaceae	<i>Oxychloe andina</i> Phil.	Champón	Nativa	Hierba perenne	Fuera de Peligro
Angiospermae	Monocotyledoneae	Juncaceae	<i>Patosia clandestina</i> (Phil.) Buchenau	Cojín de Ivegas	Nativa	Hierba perenne	Fuera de Peligro
Angiospermae	Monocotyledoneae	Poaceae	<i>Bromus setifolius</i> J.S. Presl		Nativa	Hierba perenne	Fuera de Peligro
Angiospermae	Monocotyledoneae	Poaceae	<i>Calamagrostis velutina</i> (Nees & Meyen) Steud.		Nativa	Hierba perenne	Fuera de Peligro
Angiospermae	Monocotyledoneae	Poaceae	<i>Cortaderia speciosa</i> (Nees. et Meyen) Stapf.	Cola de Zorro	Nativa	Hierba perenne	Fuera de Peligro

Subdivisión	Clase	Familia	Especie	Nombre Común	Origen	Forma Biológica	Estado de Conservación
Angiospermae	Monocotyledoneae	Poaceae	<i>Jarava atacamensis</i> (Parodi) Peñail.	Coirón	Nativa	Hierba perenne	Fuera de Peligro
Angiospermae	Monocotyledoneae	Poaceae	<i>Jarava chrysophylla</i> (E. Desv.) Peñail.	Paja brava	Nativa	Hierba perenne	Fuera de Peligro
Angiospermae	Monocotyledoneae	Poaceae	<i>Polypogon australis</i> Brongn.	Cola de Zorro	Nativa	Hierba perenne	Fuera de Peligro
Angiospermae	Monocotyledoneae	Poaceae	<i>Trisetum preslei</i> (Kunth.) E. Desv.		Endémica	Hierba perenne	Fuera de Peligro
Angiospermae	Monocotyledoneae	Potamogetonaceae	<i>Potamogeton strictus</i> Phil.	Espiga de Agua	Nativa	Hierba perenne	Insuficientemente Conocida

Por otro lado –y como se aprecia en la Tabla V-39 y Figura V-55a– del total de estas especies, el 74% son nativas (*sensu lato*), incluido un grado de endemismos relativamente bajo (19%) lo que es una situación normal de ambientes de cordillera donde gran parte de los elementos de la flora se comparten con los países vecinos.

El porcentaje de advenas (7%) da cuenta de los bajos niveles de antropización sobre la flora, donde las condiciones ambientales propias de la cordillera y precordillera dificultan el ingreso espontáneo de especies introducidas.

Tabla V-39. Número de Especies presentes en el Área según Origen y Forma Biológica.

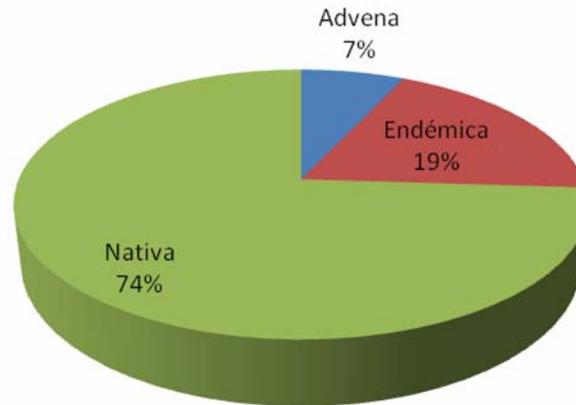
Origen	Forma Biológica						Total	
	Árbol	Arbusto	Sufrútice	Hierba		Suculenta		Helecho
				Anual	Perenne			
Advena	1	-	-	2	4	-	-	7
Endémica		12	2	3	1	1	-	19
Nativa	4	19	4	11	34	-	2	74
Total	5	31	6	16	39	1	2	100

Respecto del espectro biológico (Tabla V-39 y Figura V-55b), la forma biológica más abundante son las hierbas (55%), lo que resulta del importante aporte de las vegas, el estrato herbáceo de las estepas y praderas y, en menor grado, el estrato herbáceo de los matorrales.

Siguen en importancia los arbustos (y sufrutices) que, en forma agregada, representan el 37% de espectro, lo que es común en áreas dominadas por estructuras de matorral y estepa.

El resto de las formas biológicas tienen una representación muy baja: una suculenta (*Maiheniopsis glomerata*); y dos helechos (*Azolla filiculoides*, asociada a los “charcos” de las vegas bajas y *Equisetum bogotense*, con una observación de escasos individuos en las orillas del río Pulido); y cinco especies de árboles asociados a las formaciones boscosas.

a) Origen de la Flora



b) Espectro Biológico de la Flora

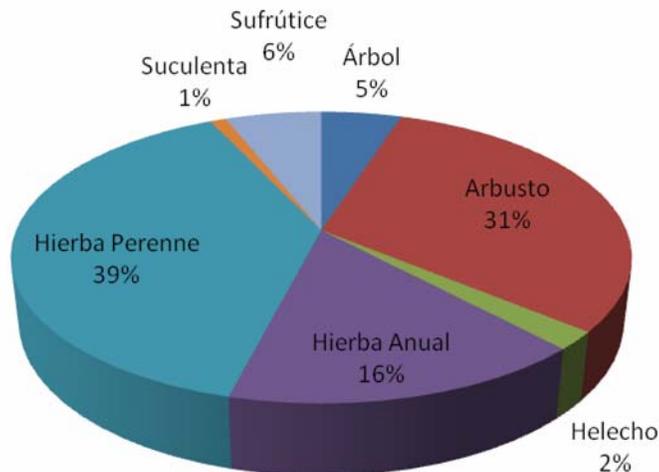


Figura V-55 Origen y Espectro Biológico de la Flora.

Las especies de flora encontradas se distribuyen en forma diferenciada en las distintas formaciones vegetales anteriormente descritas. A continuación se presenta la composición florística de cada una de las cinco formaciones vegetales a las se ha añadido una categoría de

flora azonal que se refiere a individuos que se encuentran dispersos en el paisaje (a menudo vinculado a sitios de actividad humana existentes o abandonados (Tabla V-41).

Tabla V-40. Composición Florística de Formaciones Vegetales.

Especie	Formación Vegetal									
	Bosque Nativo	Bosque Mixto	Matorral		Praderas	Estepas	Vega		Sin Vegetación	Agua
			Ribereño	Laderas			Altoandina	Baja		
<i>Acacia caven</i>			x	x						
<i>Acaena magellanica</i>			x			x				
<i>Adesmia aegiceras</i>					x	x	x			
<i>Adesmia cf. obscura</i>				x						
<i>Adesmia atacamensis</i>						x				
<i>Adesmia echinus</i>					x	x	x			
<i>Adesmia hystrix</i>				x	x	x	x			
<i>Adesmia spuma</i>						x				
<i>Adesmia subterranea</i>						x	x			
<i>Argylia radiata</i>					x	x				
<i>Atriplex desertícola</i>			x	x						
<i>Atriplex imbricata</i>				x						
<i>Azolla filiculoides</i>								x		
<i>Azorella madreporica</i>						x	x			
<i>Azorella monantha</i>						x	x			
<i>Baccharis linearis</i>				x						
<i>Baccharis salicifolia</i>	x	x	x	x				x		
<i>Bromus setifolius</i>			x	x	x					
<i>Buddleja suaveolens</i>	x		x	x	x					
<i>Bulnesia chilensis</i>			x		x					
<i>Calamagrostis velutina</i>							x	x		
<i>Calceolaria biflora</i>			x							
<i>Calceolaria pinifolia</i>						x	x			
<i>Cardamine glacialis</i>			x					x		
<i>Carex gayana</i>							x			
<i>Chaetanthera lanata</i>						x			x	
<i>Chaetanthera minuta</i>			x	x	x					

Especie	Formación Vegetal									
	Bosque Nativo	Bosque Mixto	Matorral		Praderas	Estepas	Vega		Sin Vegetación	Agua
			Ribereño	Laderas			Altoandina	Baja		
<i>Cahetanthera pulvinata</i>						X			X	
<i>Chaetanthera sphaeroidalis</i>					X	X			X	
<i>Chuquiraga ulicina</i>				X	X	X				
<i>Chaetanthera lanata</i>						X			X	
<i>Cistanthe celosioides</i>			X	X	X	X				
<i>Cistanthe longiscapa</i>			X	X						
<i>Convolvulus arvensis</i>		X	X							
<i>Cortaderia speciosa</i>			X	X			X	X		
<i>Cristaria andicola</i>						X	X			
<i>Cristaria cordata-rotundifolia</i>				X						
<i>Cruckshanksia hymenodon</i>				X	X	X				
<i>Cryptantha gnaphalioides</i>				X		X	X			
<i>Cryptantha involucrata</i>						X	X			
<i>Doniophyton anomalum</i>				X	X	X				
<i>Eleocharis albibracteata</i>							X	X		
<i>Ephedra breana</i>	X	X	X	X	X	X				
<i>Equisetum bogotense</i>			X							X
<i>Escallonia angustifolia.</i>		X	X	X						
<i>Fabiana imbricata</i>			X	X		X				
<i>Fabiana viscosa</i>				X						
<i>Gentiana sedifolia</i>						X	X	X		
<i>Geoffrea decorticans</i>	X			X						
<i>Gilia crassiflora</i>			X				X	X		
<i>Haplopappus baylahuen</i>	X	X	X	X	X	X				
<i>Hoffmannsegia glauca</i>		X	X	X						
<i>Jarava atacamensis</i>					X	X				
<i>Jarava chrysophylla</i>			X	X	X	X	X	X	X	
<i>Juncus stipulatus</i>							X			
<i>Loasa longiseta</i>			X	X						
<i>Lobelia oligophylla</i>							X			

Especie	Formación Vegetal									
	Bosque Nativo	Bosque Mixto	Matorral		Praderas	Estepas	Vega		Sin Vegetación	Agua
			Ribereño	Laderas			Altoandina	Baja		
<i>Lycium deserti</i>			x	x		x				
<i>Menonvillea cuneata</i>					x	x				
<i>Mentha piperita</i>			x							x
<i>Mimulus glabratus</i>							x			
<i>Montiopsis glomerata</i>				x	x	x				
<i>Muehlenbeckia hastulata</i>			x	x						
<i>Mulinum crassifolium</i>						x				
<i>Myriophyllum aquaticum</i>										x
<i>Nicotiana corymbosa</i>										
<i>Opuntia leoncito</i>			x	x						
<i>Oxychloe andina</i>							x			
<i>Oxytheca dendroidea</i>				x	x	x				
<i>Patosia clandestina</i>							x			
<i>Perezia purpurata</i>						x				
<i>Phacelia cummingii</i>				x						
<i>Phacelia secunda</i>			x	x	x	x				
<i>Plantago barbata</i>			x	x				x		
<i>Plantago major</i>			x	x				x		
<i>Polypogon australis</i>			x							
<i>Potamogeton strictus</i>			x					x		x
<i>Prosopis chilensis</i>	x			x						
<i>Ranunculus cymbalaria</i>							x	x		
<i>Salix babylonica</i>		x								
<i>Scirpus deserticola</i>								x		
<i>Schinus molle</i>			x	x						
<i>Schinus polygamus</i>	x	x	x	x				x		
<i>Schizopetalon ruprestre</i>			x	x	x	x				
<i>Senecio anthemidiphyllus</i>										
<i>Senecio micropifolius</i>				x	x	x				
<i>Senecio minutifolius</i>				x	x	x				

Especie	Formación Vegetal									
	Bosque Nativo	Bosque Mixto	Matorral		Praderas	Estepas	Vega		Sin Vegetación	Agua
			Ribereño	Laderas			Altoandina	Baja		
<i>Senecio oreophyton</i>				x		x				
<i>Senecio proteus</i>			x	x						
<i>Senecio volckmanii</i>				x	x	x			x	
<i>Senna urmetae</i>				x						
<i>Sonchus asper</i>	x	x	x							
<i>Tessaria absinthioides</i>	x	x	x	x				x		
<i>Trisetum preslei</i>					x	x				
<i>Tristerix verticillatus</i>		x	x	x						
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>			x							x
<i>Viviania marifolia</i>						x				

Finalmente, y en relación con el estado de conservación, en el área del proyecto se han detectado once (11) especies de flora con problemas de conservación: 1 de ellas En Peligro; 3 Vulnerables y 7 Insuficientemente conocidas (Tabla V-41).

Tabla V-41. Especies de Flora con Problemas de Conservación

Especie	Nombre Común	Estado de Conservación	Sector
<i>Adesmia cf. obscura</i>	Allaval	Insuficientemente Conocida (Vulnerable?)	Ramadillas Bajo
<i>Azolla filiculoides</i>	Flor del Pato	Insuficientemente Conocida (Extinta?)	La Brea
<i>Buddleja suaveolens</i>	Acerilla	Vulnerable	Ramadillas Bajo, La Brea, Ramadillas Alto
<i>Chaetanthera minuta</i>	Escarapela	Insuficientemente Conocida (Fuera de Peligro?)	La Brea, Ramadillas Alto
<i>Cristaria cordata-rotundifolia</i>	Malvilla	Insuficientemente Conocida (Fuera de Peligro?)	La Brea, Ramadillas Alto
<i>Equisetum bogotense</i>	Hierba de la Plata	Insuficientemente Conocida (Vulnerable?)	Ramadillas Bajo
<i>Geoffrea decorticans</i>	Chañar	Vulnerable	Ramadillas Bajo
<i>Maihueniopsis glomerata</i>	Leoncito	Vulnerable	Ramadillas Bajo, La Brea, Ramadillas Alto
<i>Mulinum crassifolium</i>		Insuficientemente Conocida (Fuera de Peligro?)	Ramadillas Alto

<i>Potamogeton strictus</i>	Espiga de Agua	Insuficientemente Conocida (Fuera de Peligro?)	La Brea
<i>Prosopis chilensis</i>	Algarrobo	En Peligro	Ramadillas Bajo

V.3.2.C Valoración Ambiental

La flora del área presenta una serie de elementos de interés, dados por un cierto nivel de endemismos, y un nivel muy bajo de intromisión de elementos ajenos a la flora lo que, en términos globales, representa una relevancia alta.

Por otro lado, el espectro biológico incluye un espectro de formas biológicas muy amplio, lo que no es del todo frecuente en la zona árida lo que otorga bastante singularidad al área.

Por otro lado, la presencia de 11 especies de flora con problemas de conservación incluyendo una especie en Peligro de extinción y otra insuficientemente conocida a la que se le presupone Extinta le otorga al área un valor florístico de altísima relevancia

En ese sentido, la valoración ambiental de este componente puede ser evaluada como 10, es decir, una relevancia muy alta (ver V.11 Valoración de los Componentes Ambientales, más adelante).

V.4. Fauna

El área de influencia directa de este componente ambiental corresponde al polígono que comprende las áreas en que se emplazarán las obras físicas del proyecto (Figura V-2). El área de influencia indirecta corresponde a una franja de 500 m alrededor del área de influencia directa.

V.4.1.A Antecedentes

La caracterización de las áreas de influencia de este proyecto desde el punto de vista de la fauna, otorgan elementos sobre los cuales se estiman los potenciales impactos que se generarán en base al análisis de los componentes bióticos bajo la condición de zona con proyecto. Por ello, y con el objeto de efectuar una evaluación de la riqueza faunística presente el área de influencia del Proyecto Caserones, se han efectuado diversos levantamientos de información, durante las cuatro estaciones del año, en los sectores denominados como Sector Caserones, Sector Ramadillas Alto, Sector La Brea, Sector Ramadillas Bajo y Sector Valle.

V.4.1.B Metodología

En los sectores comprendidos dentro del Proyecto Caserones, los cuales han sido anteriormente mencionados, se efectuó un registro de la fauna de vertebrados presentes tanto de forma directa como indirecta. La presencia de mamíferos fue detectada por medio de la búsqueda de evidencias directas (avistamientos) e indirectas tales como, fecas, restos óseos, huellas y madrigueras. Para determinar la riqueza de la avifauna en el área de estudio se realizaron observaciones directas a través del uso de prismáticos de aumento, e indirectas (canto, plumas, nidos, etc.). La riqueza específica de reptiles y anfibios se determinó mediante la búsqueda activa de individuos adultos y larvas. Se consideraron, también, las conversaciones con lugareños que entregaron información acerca de la presencia de especies no avistadas en la visita. De este modo se complementó la información sobre la riqueza de especies. Se suma a lo anterior, la

búsqueda y análisis de las egagrópilas²³ halladas en los distintos sectores, las cuales entregan importante información complementaria relacionada con la fauna presente.

La presencia de especies ubicadas en alguna categoría de conservación, fue identificada según lo propuesto por la Ley N° 19.473 de Caza, Captura, Vedas y otras disposiciones relacionadas de 1996 para la Zona Central del país, aquello señalado por CONAF, en el Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile para la IV región (Glade, 1993) y de acuerdo a lo estipulado en documento del Diario Oficial de la República de Chile, con fecha Sábado 24 de Marzo de 2007, el cual Oficializa Primera Clasificación de Especies Silvestres Según su Estado de Conservación.

De acuerdo a lo anterior, las categorías de conservación son y se describen como:

En Peligro de extinción (P): Especie cuya supervivencia es poco probable si los factores causales de peligro continúan operando.

Vulnerables (V): Especie que se cree pasará en el futuro cercano a la categoría En Peligro si los factores causales de la amenaza continúan operando.

Raras (R): Especie cuya población mundial es pequeña, que no se encuentra actualmente En Peligro, ni son Vulnerables pero que están sujetas a cierto riesgo.

Inadecuadamente Conocida (I): Especie que se supone pertenece a una de las categorías anteriores, pero respecto de las cuales no se tiene certeza debido a falta de información.

Fuera de peligro (F): Especie que no presenta riesgo en su estado de conservación, lo que no indica que se podrá aumentar la presión sobre ella.

Durante este estudio se puso especial énfasis en reconocer la existencia de hábitats de importancia para la fauna.

Los objetivos específicos de este estudio, fueron:

- Determinar la riqueza de la fauna de vertebrados del área del proyecto.
- Reconocer la presencia de especies de fauna en categoría de conservación.
- Determinar la presencia de especies claves, raras, y/o endémicas.

²³ Egagrópilas: regurgitación en forma de bola, de pelos y huesos que no son digeridos por las aves rapaces. Útiles para el análisis de dieta y entregan información acerca de la fauna de un lugar determinado.

- Reconocer la existencia de hábitats o sitios de importancia para la fauna.

Además y de manera previa a la visita efectuada, se confeccionó una lista que contiene las especies potenciales que habitan el área, la que fue corroborada durante las diversas campañas de terreno, las cuales da origen al presente informe.

Los resultados obtenidos fueron corroborados y se ajustó la nomenclatura científica aplicada según literatura especializada (Según Jaramillo 2003²⁴; Campos 1996²⁵; Mella 2005²⁶).

Debido a la diversidad de sitios, se adaptaron las metodologías para así poder dimensionar de mejor forma la heterogeneidad específica de las áreas de estudio. En todos los sitios se consideraron los ambientes riparianos, que bordean ríos o cauces superficiales, así como los ambientes terrestres que estaban dentro del área de influencia.

Con el fin de sistematizar y facilitar la comprensión de los antecedentes recopilados en la presente Línea de Base, se han separado los resultados por taxa o grupo, de este modo, se distinguen mamíferos, aves, reptiles y anfibios (Muñoz-Pedrerros 2000²⁷).

V.4.1.C Mamíferos

El registro de mamíferos en las diversas áreas que comprende el Proyecto, está dado por la observación de 7 especies, pertenecientes a 4 órdenes y 6 familias.

En la tabla a continuación se presentan las diversas especies de mamíferos registradas, especificando el o los sitios donde fueron observadas.

²⁴ Jaramillo A, Burke P & Beadle D (2003) Birds of Chile. Cristopher Helm, A & C Black Publisher Ltd. Soho Square, London. 240 Pp.

²⁵ Campos H (1996) Mamíferos Terrestres de Chile. Marisa Cuneo Ediciones. Valdivia, Chile. 222 Pp.

²⁶ Mella J (2005) Guía de Campo Reptiles de Chile: Zona Central. Peñaloza APG, Novoa F & M Contreras (Eds.). Ediciones del centro de Ecología Aplicada Ltda. 147 páginas + xii.

²⁷ Muñoz-Pedrerros A y J. L. Yáñez (2000) Mamíferos de Chile. Ediciones CEA, Valdivia Chile. 464 Pp.

Tabla V-42: Mamíferos Registrados en los Sectores del Proyecto.

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Categoría de Conservación	Sectores del Proyecto				
					Caserones	Ramadillas Alto	La Brea	Ramadillas Bajo	Valle
Arciodactilos	Camelidae	<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco †	P	*	*	*		
Carnívora	Canidae	<i>Pseudalopex culpaeus</i>	Zorro culpeo	I			*		*
Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus europaeus</i>	Liebre				*		
Rodentia	Abrocomidae	<i>Abrocoma benetti</i>	Ratón chinchilla			*	*		*
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium viscacia</i>	Vizcacha	P			*		
Rodentia	Cricetidae	<i>Oligoryzomys longicaudatus</i>	Ratón de los espinos				*		
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis darwini</i>	Lauchón orejudo				*		

P: En Peligro. I: Inadecuadamente conocido. Los Estados de Conservación en blanco corresponden a especies sin niveles de riesgo asignado.

De acuerdo con la información colectada en terreno y posteriormente analizada en gabinete, tres de las siete especies registradas en los diversos sectores que comprende el Proyecto, se encuentran con problemas de conservación. Expresado en porcentaje, el 42,8 % de los mamíferos registrados se encuentran ubicados en alguna categoría de conservación. Las especies en ésta situación corresponden a *Lama guanicoe* (Guanaco), *Lagidium viscacia* (Vizcacha), ambas catalogadas como En Peligro y *Pseudalopex culpaeus* (Zorro culpeo), éste último considerado como Inadecuadamente conocido.

A continuación se describen las especies en categoría de conservación antes mencionadas (según Campos, 1996).

***Lama guanicoe* (Guanaco):** En Peligro. Camélido más grande de Chile. Posee un cuerpo promedio de 185 cm de largo, altura a los hombros entre 110 a 115 cm, cola de aproximadamente 27 cm, peso entre 100 a 120 kilogramos. Presenta un color canela uniforme con la parte ventral blanca y cabeza de color gris a negro. Se distribuye desde Tarapacá hasta Magallanes desde el nivel del mar hasta los 4.250 m.s.n.m. Habita estepas del altiplano y de la Patagonia, zonas con matorrales, desiertos y ocasionalmente bosques.



Figura V-56. Evidencias de Guanaco en el Área del Proyecto.

Fuente: GAC.

Lagidium viscacia (Vizcacha): En Peligro. Animales que destacan por su llamativo pelaje largo y tupido, con un cuerpo pequeño y una enorme cola con pelos largos. Tiene largos pabellones auriculares, patas posteriores muy desarrolladas y miembros anteriores pequeños. Este animal es de color amarillento en la zona norte de Chile y grisáceo en la zona sur. La región ventral es más clara que la dorsal y generalmente tiene una banda negra en la zona media dorsal. Se distribuye desde Arica hasta la Región de Magallanes desde los 600 a los 5.000 m.s.n.m. Es un típico habitante de las laderas escarpadas de la cordillera y precordillera a lo largo del país, extendiéndose en la zona central a zonas de la Cordillera de la Costa.



Figura V-57. Vizcacha en Quebrada La Brea.

Fuente. GAC.

Pseudalopex culpaeus (Zorro culpeo): Es el zorro más grande de Chile, con cerca de 48 cm. de alzada y 48 cm. de largo. Es de color gris en el dorso, rojizo en las patas traseras y se distingue por el color marmóreo de su mentón. Tiene una larga cola. Se distribuye desde Tarapacá (I) a Isla Navarino (XII), desde el nivel del mar hasta los 4.500 m.s.n.m. En general es un animal solitario en las épocas no reproductivas. Tiene su propio territorio que es bastante amplio donde obtiene su alimento y se reproduce. Realiza una activa caza, acechando durante la noche el paso de pequeños mamíferos, especialmente liebres, ratones, vizcachas y otros.



Figura V-58. Zorro culpeo.
Fuente. Archivo GAC.

V.4.1.D Aves

El registro de aves en el área de influencia de los proyectos, está dado por la observación de 40 especies de aves, pertenecientes a 7 órdenes y 17 familias.

En la tabla a continuación se muestran los registros obtenidos por sector visitado con su respectiva categoría de conservación.

Tabla V-43. Avifauna Registrada en los Sectores del Proyecto.

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Categoría de Conservación	Sectores del Proyecto				
					Caserones	Ramadillas Alto	La Brea	Ramadillas Bajo	Valle
Apodiformes	Trochilidae	<i>Oreotrochilus leucopleurus</i>	Picaflor cordillerano				*		
Charadriiformes	Thinocoridae	<i>Thinocorus orbignyianus</i>	Perdicitita cojón			*	*		
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina picui</i>	Tortolita cuyana						*
Columbiformes	Columbidae	<i>Metriopelia aymara</i>	Tortolita de la puna						
Columbiformes	Columbidae	<i>Metriopelia melanoptera</i>	Tortolita cordillerana			*	*		

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Categoría de Conservación	Sector del Proyecto				
					Caserones	Ramadillas Alto	La Brea	Ramadillas Bajo	Valle
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida meloda</i>	Paloma de alas blancas						*
Falconiformes	Accipitridae	<i>Buteo polyosoma</i>	Aguilucho			*	*	*	*
Falconiformes	Cathartidae	<i>Vultur gryphus</i>	Cóndor	V	*		*		
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo						*
Passeriformes	Emberizidae	<i>Phrygilus atriceps</i>	Cometocino del norte				*		
Passeriformes	Emberizidae	<i>Phrygilus gayi</i>	Cometocino de Gay				*	*	*
Passeriformes	Emberizidae	<i>Sicalis auriventris</i>	Chirihue dorado			*	*	*	
Passeriformes	Emberizidae	<i>Sicalis olivascens</i>	Chirihue verdoso		*		*	*	
Passeriformes	Emberizidae	<i>Sicalis uropygialis</i>	Chirihue cordillerano			*			
Passeriformes	Emberizidae	<i>Sturnella loyca</i>	Loica				*	*	*
Passeriformes	Emberizidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	Chincol		*	*	*	*	*
Passeriformes	Fringillidae	<i>Carduelis uropygealis</i>	Jilguero cordillerano			*	*		
Passeriformes	Fringillidae	<i>Diuca diuca</i>	Diuca				*	*	*
Passeriformes	Fringillidae	<i>Phrygilus fruticeti</i>	Yal				*	*	*
Passeriformes	Fringillidae	<i>Phrygilus unicolor</i>	Pájaro plomo		*	*	*		
Passeriformes	Furnariidae	<i>Asthenes humicola</i>	Canastero				*	*	*
Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes oustaleti</i>	Churrete chico		*	*	*	*	*
Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes patagonicus</i>	Churrete		*		*		
Passeriformes	Furnariidae	<i>Geositta cunicularia</i>	Minero			*	*	*	
Passeriformes	Furnariidae	<i>Geositta punensis</i>	Minero de la puna		*				
Passeriformes	Furnariidae	<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	Tijeral				*		*
Passeriformes	Furnariidae	<i>Upucerthia dumetaria</i>	Bandurrilla			*	*	*	
Passeriformes	Furnariidae	<i>Upucerthia ruficaudus</i>	Bandurrilla de pico recto				*		
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina de dorso negro		*		*	*	*
Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus thenca</i>	Tenca				*	*	*
Passeriformes	Muscicapidae	<i>Turdus falklandii</i>	Zorzal				*		*
Passeriformes	Rhinocryptidae	<i>Pteroptochos megapodius</i>	Turca				*		*
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Chercán				*	*	*
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Agriornis montana</i>	Mero gaucho				*		
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Elaenia albiceps</i>	Fío fío				*		*
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola alpina</i>	Dormilona cenicienta						*

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Categoría de Conservación	Sectores del Proyecto				
					Caserones	Ramadillas Alto	La Brea	Ramadillas Bajo	Valle
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola flavinucha</i>	Dormilona fraile		*		*		
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola maculirostris</i>	Dormilona chica				*		
Rheiformes	Rheidae	<i>Pterocnemia pennata v. tarapacensis</i>	Suri					*	
Tinamiformes	Tinamidae	<i>Tinamotis pentlandii</i>	Perdiz de la puna	V	*				

P: En Peligro. V: Vulnerable. I: Inadecuadamente conocido. Los Estados de Conservación en blanco corresponden a especies sin niveles de riesgo asignado.

De acuerdo con la información obtenida en la visita a terreno, tres de las cuarenta especies registradas en los sectores evaluados, se encuentran con problemas de conservación. Expresado en porcentaje, el 7,5% de las especies de aves registradas se encuentran en alguna de las categorías de conservación. Las especies en esta situación corresponden a *Pterocnemia pennata v. tarapacensis* (Suri) clasificado En Peligro, *Vultur gryphus* (Cóndor) y *Tinamotis pentlandii* (Perdiz de la puna), ambas especies en categoría Vulnerable.

A continuación se realiza una descripción de las especies con problemas de conservación registradas en la zona (según Jaramillo, 2003):

***Vultur gryphus* (Cóndor):** Vulnerable. Ave de gran tamaño. Posee un largo entre 100 a 122 cm y una envergadura de entre 274 a 310 cm. Los adultos son de color negro con una llamativa cara superior alar blanca y notorio collar blanco mullido. Posado parece voluminoso y con una postura algo jorobada. Cabeza desplumada de color anaranjado rosáceo y con gran cresta en el macho. Juveniles son de color pardo y sin collar blanco. Es una especie típica andina, especialmente donde hay acantilados o montañas rocosas adyacentes. En Chile se distribuye desde la región de Tarapacá hasta Tierra del Fuego. Altitudinalmente se le puede observar desde los 0 a los 5.000 m.s.n.m.



Figura V-59. Cóndor sobrevolando el Área del Proyecto.

Fuente. GAC.

Pterocnemia pennata var. tarapacensis (Suri): En peligro. Es un ave inconfundible que posee potentes patas que le permiten correr muy rápido. Posee un largo de 95 cm. Su cuello es largo con cabeza chica, con un pico pequeño. Sus plumas tienen una estructura laxa, pareciendo más un pelaje que un plumaje. Posee pies fuertes y robustos con tres dedos dispuestos hacia delante. La cola no es visible y las alas reducidas son muy emplumadas, extendiéndose para frenar o girar. Esta ave se restringe a los pajonales del altiplano y zonas arbustivas. Aparentemente prefiere las zonas planas con algunos humedales como bofedales o márgenes de grandes lagos. Chile alberga una fuerte población de ésta especie, que ha disminuido severamente en los países vecinos. Se distribuye desde la I hasta la III Región, entre los 3.500 a 4.500 m.s.n.m.



Figura V-60. Suri en el Área del Proyecto Caserones.

Fuente. MLCC.

***Tinamotis pentlandii* (Perdiz de la puna):** Vulnerable. Ave terrestre habitante de la puna con rocas, arbustos o pajonales. Posee un largo de 42 cm. Es una perdiz grande de color verde oliváceo por el dorso con rallas fuertes, además de su cabeza fuertemente rayada. Rayas complejas en la cara que se extienden hasta la base del cuello. En vuelo la kiula se ve de tamaño grande con alas coloridas y anchas con vientre pronunciado. Es más frecuente en ambientes secos, pero a veces se alimenta en bofedales húmedos. Jaramillo describe su distribución desde la Región de Tarapacá a la Región de Antofagasta, lo que nos indica que estamos en presencia de una ampliación en la distribución de la especie lo que tiene sentido si consideramos que los ecosistemas donde se ubica el Proyecto, concuerdan con las características del hábitat descrito para la especie. Altitudinalmente se le observa desde los 3.500 a los 4.500 m.s.n.m.



Figura V-61. Perdiz de la puna.

Fuente. www.chileaves.cl

V.4.1.E Herpetofauna: Anfibios y Reptiles

El recorrido por las áreas de influencia del Proyecto Caserones, efectuado en las cuatro estaciones del año, permitió el registro de 4 especies de reptiles y 1 anfibio, todas ubicadas en alguna de las categorías de conservación propuestas. Entre ellas hay una clasificada como En Peligro, dos Vulnerable y dos Raras.

En la tabla a continuación se indican las especies registradas.

Tabla V-44. Herpetofauna Registrada en los Sectores del Proyecto.

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Categoría de Conservación	Sectores del Proyecto				
					Caserones	Ramadillas Alto	La Brea	Ramadillas Bajo	Valle
Anura	Leptodactylidae	<i>Pleurodema thaul</i>	Sapito de 4 ojos	P			*		
Reptilia	Teiidae	<i>Callopistes palluma</i>	Iguana	V				*	

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Categoría de Conservación	Sector del Proyecto				
					Caserones	Ramadillas Alto	La Brea	Ramadillas Bajo	Valle
Reptilia	Tropiduridae	<i>Liolaemus atacamensis</i>	Lagartija de Atacama	R			*	*	*
Reptilia	Tropiduridae	<i>Liolaemus lorenmulleri</i>	Lagarto de Müller	F(V*)		*			
Reptilia	Tropiduridae	<i>Liolaemus platei</i>	Lagartija de Plate	R			*	*	*

P: En Peligro. V: Vulnerable. R: Rara. F: Fuera de Peligro. *: Clasificación según SAG 2001²⁸.

A continuación se describe la herpetofauna registrada según Mella 2005, Vila *et. al.* 2006²⁹, Donoso-Barros 1966³⁰ y Pincheira-Donoso *et al.* 2005³¹.

***Pleurodema thaul* (Sapito de 4 ojos):** En peligro. Especie endémica, de gran versatilidad ecológica, extiende su distribución geográfica desde el desierto del Norte de Chile (valles transversales), hasta la XII Región. Durante el período reproductor forma grandes agregaciones de individuos en las riberas de lagunas, esteros y riachuelos de Chile Central. Su larva es de vida libre. En lo extenso de su distribución geográfica, sus poblaciones se ven amenazadas por la contaminación de los cursos de aguas y el uso de fertilizantes e insecticidas en las prácticas agrícolas.

²⁸ SAG (2001). Cartilla de Caza. Servicio Agrícola y Ganadero, Departamento de Protección de los Recursos Naturales Renovables. Cuarta Edición. 84 Pp.

²⁹ Vila I, Veloso A, Schlatter R y Ramírez C (2006) Macrófitas y vertebrados de los sistemas límnicos de Chile. Editorial Universitaria. Santiago. 187 Pp.

³⁰ Donoso-Barros R (1966) Reptiles de Chile. Ediciones Universidad de Chile. Santiago.

³¹ Pincheira-Donoso D y Núñez H (2005) las especies chilenas del género *Liolaemus* Wiegmann, 1834 (Iguania: tropiduridae: Liolaemidae). Taxonomía, Sistemática y Evolución. Publicación Ocasional del Museo Nacional de Historia Natural, Chile N° 59:7-486.



Figura V-62. Sapito de 4 ojos en el Área del Proyecto.

Fuente: GAC.

***Callopistes palluma* (Iguana):** Vulnerable. Saurio de tamaño grande (LE = 173 mm), siendo el lagarto de mayor longitud en Chile (pudiendo alcanzar los 50 cm de longitud total). Aspecto vigoroso, cuello fuertemente plegado a los lados, y cabeza alargada, piramidal. Cola larga redondeada. Escamas del dorso pequeñas y granulosas. Se distribuye desde Paposo (cerca de Taltal, II Región) a Cauquenes (VII Región). Altitudinalmente desde los 0 a los 2.200 m.s.n.m. Presenta un color general café oliváceo y región anterior lateral anaranjada. Sobre el dorso se disponen cuatro hileras longitudinales de manchas negras bordeadas de blanco, las dos centrales con 15 manchas y las dos laterales con 8 manchas. Extremidades largas, fuertes, con dibujos similares a las manchas del leopardo.



Figura V-63. Iguana en el Área del Proyecto.

Fuente: GAC.

***Liolaemus atacamensis* (Lagartija de Atacama):** Rara. Saurio de tamaño mediano de abdomen poco robusto. Posee extremidades largas y gráciles. La especie se distribuye desde el sur de Antofagasta, en localidades como Taltal, hasta el norte de Coquimbo, siendo común en la Tercera región, en localidades como Copiapó y Diego de Almagro. Es propia de las zonas atacameñas de Chile y se le encuentra corriendo entre la vegetación del desierto.



Figura V-64. Lagartija de Atacama en el Área del Proyecto.

Fuente: GAC.

***Liolaemus lorenmülleri* (Lagarto de Müller):** Fuera de Peligro y/o Vulnerable. Especie de tamaño mediano a grande (LE³² = 79 mm) y aspecto proporcionado. Color general café claro grisáceo azulado. Se distribuye desde interior de Vallenar hasta la Cordillera de Nueva Elqui, ubicada al interior de Vicuña, IV Región. Altitudinalmente desde los 2.300 a 3.200 m.s.n.m. Es una especie poco frecuente pero abundante. Habita laderas rocosas y zonas de matorral semidesértico.

***Liolaemus platei* (Lagartija de Plate):** Raro y/o Fuera de Peligro. Lagartija de tamaño pequeño (LE = 53 mm) y aspecto frágil. Color café grisáceo claro. Cabeza café con algunas manchitas oscuras. Costados con grandes manchas negras. Cola con anillos. Vientre blanco grisáceo con manchas oscuras en la mandíbula. Alta variabilidad de diseño. Se distribuye desde la Quebrada de Paposos (II Región) a Pichidangui (IV Región). Altitudinalmente desde los 0 a los 1.096 m.s.n.m. (la presencia de la especie en el área del Proyecto amplía la distribución altitudinal de ésta). Es una especie frecuente y abundante. Habita faldas de cerros y zonas arenosas de la costa y ríos.

³² LE: Longitud Estándar. Distancia hocico-cloaca.



Figura V-65. Lagartija de Plate en el Área del Proyecto.

Fuente: GAC.

V.4.1.F Conclusiones

En los recorridos efectuados por el área de influencia del proyecto, se pudo registrar la presencia de 52 especies, representantes de 13 órdenes y 26 familias. Del total de especies registradas en las campañas de terreno, 40 corresponden a aves, 7 a mamíferos y 5 a herpetofauna, entre las cuales se encuentran reptiles y anfibios.

De acuerdo a su estado de conservación, 11 especies se encuentran clasificadas en alguna de las categorías de conservación propuestas por la Ley N° 19.473 y según El Libro Rojo de los vertebrados Terrestres de Chile. De otro modo, el 21,2% de las especies registradas se encuentran ubicadas en alguna categoría de conservación. De las especies registradas en categoría de conservación, cuatro se encuentran categorizadas como en Peligro, cuatro Vulnerables, dos Raras y una Fuera de peligro (Inadecuadamente conocida).

En la tabla a continuación se detallan las especies registradas que presentan categoría de conservación.

Tabla V-45. Fauna registrada en categoría de conservación y sitios de observación

Nombre Científico	Nombre Común	Movilidad	Categoría de Conservación	Sectores del Proyecto				
				Caserones	Ramadillas Alto	La Brea	Ramadillas Bajo	Valle
<i>Pterocnemia pennata</i>	Suri	A	P				*	
<i>Tinamotis pentlandii</i>	Perdiz de la puna	A	V	*				
<i>Vultur gryphus</i>	Cóndor	A	V	*		*		
<i>Lagidium viscacia</i>	Vizcacha	B	P			*		
<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco †	A	P	*	*	*		
<i>Pseudalopex culpaeus</i>	Zorro culpeo	A	I			*		*
<i>Pleurodema thaul</i>	Sapito de 4 ojos	B	P			*		
<i>Callopistes palluma</i>	Iguana	B	V				*	
<i>Liolaemus atacamensis</i>	Lagartija de Atacama	B	R			*	*	*
<i>Liolaemus lorenmulleri</i>	Lagarto de Müller	B	F(V*)		*			
<i>Liolaemus platei</i>	Lagartija de Plate	B	R			*	*	*

A: Movilidad Alta. B: Movilidad Baja. P: En Peligro. V: Vulnerable. R: Rara. I: Inadecuadamente conocido. V*: Vulnerable según SAG 2001³³

Comparando los registros obtenidos en los distintos sectores, se observa que hubo variación de acuerdo al número de especies observadas. En éste sentido, el sector en el cual se logró un mayor éxito en el registro fue en La Brea, con un total de 41 especies, seguida por el Sector Valle con 23 especies, luego el Sector Ramadillas Bajo, donde se observaron 19 especies. En el Sector Ramadillas Alto se observaron 14 especies y, finalmente, en el Sector Caserones sólo se registró un total de 11 especies.

Otro factor a considerar, y que condiciona el conjunto de medidas a seguir junto a las categorías de conservación, es la movilidad de las especies. Desde este punto de vista, de las 11 especies señaladas en la Tabla V-45, la vizcacha, el sapo de 4 ojos, la iguana, las lagartijas de Atacama, de Müller y de Plate son considerados como de “Baja Movilidad”. En consecuencia, serían incapaces de desplazarse por sus propios medios para evitar los impactos propios de la construcción de una obra de esta magnitud, ya que

³³ SAG (2001) Cartilla de Caza. Servicio Agrícola y Ganadero, Departamento de Protección de los Recursos Naturales Renovables. Cuarta Edición. 84 pp.

poseen rangos de desplazamiento muy reducidos y generalmente lo hacen sólo a unos pocos metros de sus cuevas o madrigueras, las cuales serían directamente impactadas si las obras del proyecto se desarrollan sobre ellas.

Las restantes especies de mamíferos y aves son consideradas como de “Movilidad Alta”, por lo que son capaces de desplazarse por sus propios medios hacia zonas alejadas de las áreas de las obras de construcción del proyecto. Este punto también nos indica que éste último grupo, se distribuye de manera más amplia en el sector, abarcando sectores donde no fueron registrados en la campaña de terreno.

V.4.1.G Valoración Ambiental

De acuerdo a los registros obtenidos en el área del proyecto Caserones, y considerando el alto número de especies registradas y la presencia de especies en categoría de conservación, la valoración del componente ambiental Fauna es 10, es decir, una relevancia muy alta (ver V.11 Valoración de los Componentes Ambientales, más adelante).

V.5. Descripción del Medio Biótico Acuático

V.5.1 Limnología: Flora y Fauna Acuática

El área de influencia directa de este componente ambiental corresponde al tramo de la Quebrada La Brea desde la cola del embalse de relaves finos espesados hasta su confluencia con el río Ramadillas (Sector La Brea), y al tramo del río Ramadillas desde la junta con la Quebrada La Brea hasta su confluencia con el río Vizcachas de Pulido (Sector Ramadillas Bajo). El área de influencia indirecta corresponde al tramo del río Vizcachas de Pulido desde su confluencia con el río Ramadillas hasta el Embalse Lautaro.

A continuación se presentan los antecedentes correspondientes al componente de flora y fauna acuática del área de influencia del proyecto.

V.5.2 Metodología

V.5.2.A General

Se realizó una descripción de línea de base del área de influencia directa del proyecto mediante la información de antecedentes secundarios, una campaña de terreno y trabajo de laboratorio biológico y gabinete.

V.5.2.B Antecedentes

Se revisaron los antecedentes bibliográficos disponibles para la zona en las siguientes fuentes de información: CONAMA, DGA, DOH, SERNAPESCA, Museo Nacional de Historia Natural, Universidades y las bases de datos del consultor.

V.5.2.C Campañas de Muestreo

Se ejecutó una campaña de terreno los días 20 y 21 de noviembre de 2006.

Estaciones de Muestreo

En las siguientes figuras se muestran vistas generales de los cauces estudiados (Quebrada La Brea y río Ramadillas).



Figura V-66. Vista General Quebrada La Brea.

Fuente: GAC



Figura V-67. Vista General Río Ramadillas.

Fuente: GAC



Figura V-69. Ubicación Estaciones de Muestreo Flora y Fauna Acuática.

Fuente: Elaboración propia. Google Earth.

Métodos de Muestreo

Caracterización del Hábitat

Para cada estación de muestreo se describieron las condiciones básicas del hábitat acuático, como temperatura, conductividad, ancho del río, profundidades, presencia de perifiton, sustratos y otras condiciones que son relevantes para describir el hábitat acuático.

Flora Acuática

Se realizó un muestreo de macroflora acuática. Se identificaron las especies presentes y su cobertura 50 metros alrededor de la estación de terreno.

Bentos

El muestreo de bentos consistió en una revisión de la zona ribereña (piedras, arena y fango) y de deriva, usando una red Surber de 30 x 30 cm mediante muestreo con duplicado. La caracterización se basó en la diversidad encontrada.

Peces y Anfibios

Como método de colecta se utilizó pesca eléctrica, con un equipo electrónico de bajo impacto que permite la recuperación de los ejemplares, que fue aplicada por unidades de tiempo fijas de hasta 30 minutos o estandarizada en barridos representativos de 100 m² por cada estación. Estos muestreos pueden ser cuantificados mediante captura por unidad de esfuerzo (CPUE).

Los ejemplares fueron identificados y luego liberados en el lugar. No se tomaron indicaciones de sexo ni otras condiciones que impliquen destrucción de los ejemplares, de acuerdo a las regulaciones usuales de los permisos de pesca.

Permiso de Pesca de Investigación

El permiso de pesca de investigación fue solicitado a la Subsecretaría de Pesca. La resolución que otorga el permiso de pesca se adjunta en Anexo V-3.

V.5.3 Resultados

V.5.3.A Antecedentes Existentes

Bibliografía

Los estudios referentes a la limnología general del río Copiapó son escasos y no existen estudios específicos para la zona del proyecto. Estas referencias han sido revisadas y sus conclusiones relevantes incorporadas a la descripción de línea de base (ver Tabla V-47).

Tabla V-47. Referencias Flora y Fauna Acuática río Copiapó.

Hernández, J.M. 1981. Estudio bioecológico del camarón <i>Cryphiops caementarius</i> de los ríos Huasco y Copiapó. Informe Convenio Serplac III región, Atacama y Fundación Chile, 98 pp.
Sernapesca, 1996. Caracterización de las actividades extractivas y de cultivos sobre el recurso camarón de río del norte, en la III y IV regiones. Informe Sernapesca 30 págs.
Gesam 1999. Caracterización de las pesquerías de camarón de río del Norte en la III y IV regiones. F. I. P.- Subsecretaría de Pesca.
Dyer, B. 2000. Revisión Sistemática de los pejerreyes de Chile, Teleostei Atheriniformes. Estudios. Oceanología. 19: 99-127.
Sielfeld, W, 2001. Phylum mollusca. Molusco Continental. Apuntes de Zoología, Universidad Arturo Prat, Iquique, Chile. 15 p
DGA. 2004. Dirección General de aguas. Diagnostico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad. Cuenca del río Copiapó. 122 pp.
Universidad de Chile, 2006. Estudio "Obtención de Información para la Clasificación de la Fauna Acuática Continental IV a XII Regiones. SERNAPESCA- CONAMA.
CONAMA, 2004. Estudios técnicos del Área marina y costera protegida Isla Grande. III región. ANEXO Humedal del estuario río Copiapó.

Descripción Biogeográfica

Vila y otros en su descripción ictiogeográfica de los ríos de Chile consideran al río Copiapó dentro de los ríos nivo-pluviales representados por el río Huasco. Los peces nativos que estarían potencialmente presentes en el cauce del río Copiapó están representados por cinco familias, cada una con una especie: Trichomycteridae: *Trichomycterus areolatus* Valenciennes, 1846, Galaxiidae: *Galaxias maculatus* (Jenyns, 1842), Atherinidae: *Basilichthys microlepidotus* (Jenyns, 1842), Characidae: *Cheirodon pisciculus* Girard, 1854 y Mugilidae: *Mugil cephalus* Linnaeus, 1758. *G. maculatus* y *M. cephalus* se han descritos solamente en las desembocaduras de los ríos.

Áreas Protegidas

No existen en el área de influencia directa del proyecto cauces protegidos por el SNASPE u otros tipos de áreas protegidas.

V.5.3.B Levantamiento de Terreno

Condiciones Generales de los Cauces

La Quebrada La Brea corresponde a un ritrón de montaña, de tipo esporádico y según lugareños se seca totalmente en verano. El río Ramadillas al cual confluye la quebrada La Brea es un ritrón de montaña con escorrentías permanentes de unos 1,5 a 3 metros de ancho con profundidades típicas de 20 cm y máximas de 30 cm.

Los sustratos de ambos cauces son en general rocosos, con arenas y clastos pequeños. Estos y otras características básicas se listan en la Tabla V-48.

La quebrada La Brea tiene acumulaciones de sales en su ribera, con una conductividad de 781 $\mu\text{mho/cm}$.

En ambos cauces las aguas son claras, transparentes con presencia de flora acuática y de riberas, además de la fauna acuática que se describe más abajo.

Tabla V-48. Condiciones Generales de los Cauces.

Nº	Estación	Temp. (°C)	Cond. ($\mu\text{mho/cm}$)	Altitud (m.s.n.m.)	Ancho (m)	Prof. Típica (cm)	Prof. Máx. (cm)	Sustratos
1	Quebrada la Brea antes Río Ramadillas	10,8	781	2.768	0,3	5	10	Clastos, bolones y rocas
2	Río Ramadillas en Junta La Brea	9,5	367	2.614	1,5	15	20	Clastos y bolones
3	Río Ramadillas antes río Vizcachas de Pulido	13,1	429	2.238	3,0	10	30	Limos, clastos y bolones

Fuente: Levantamiento de Terreno.

Flora Acuática

En el muestreo se encontró un total de 4 especies de plantas acuáticas que alcanzan coberturas máximas de hasta 30% del lecho de los cauces (ver Tabla V-49).

Tabla V-49. Presencia de Flora Acuática.

Especies	Estaciones		
	Quebrada La Brea	Río Ramadillas en junta con La Brea	Río Ramadillas antes Río Vizcachas de Pulido
<i>Cladophora sp.</i>			X
<i>Juncus sp.</i>	X	X	
<i>Drepanocladus sp.</i>	X	X	X
<i>Ceratophyllum sp.</i>		X	X

Fuente Levantamiento de terreno, X = presencia.

Bentos

Se colectaron un total de 7 especies de bentos pertenecientes a 6 órdenes. Los grupos encontrados indican la presencia de aguas de buena a mediana calidad (ver Tabla V-50).

Tabla V-50. Presencia de Especies Bentónicas.

Taxa			Estaciones		
Orden	Familia	Especie	Quebrada La Brea	Río Ramadillas en junta La Brea	Río Ramadillas antes río Vizcachas de Pulido
Amphipoda	Hyalellidae	<i>Hyalella sp</i>	X	X	
Díptera	Culicidae	<i>Culex sp</i>	X		
Díptera	Tabanidae		X		X
Coleóptera	Tenebrionidae		X	X	X
Trichoptera			X		X
Ephemeroptera	Leptophlebiae		X	X	
Odonata			X	X	

Fuente: Levantamiento de terreno, X = presencia.

Fauna Íctica

Se colectaron un total de 8 ejemplares de peces de 1 sola especie, *Salmo trutta fario*, (trucha marrón) en la estación río Ramadillas antes río Vizcachas de Pulido (ver Tabla V-51).

Tabla V-51. Presencia y Abundancia de Fauna Íctica.

Especies		Estaciones			Total por especies
Nombre científico	Nombre común	Quebrada La Brea	Río Ramadillas en Junta La Brea	Río Ramadillas antes río Vizcachas de Pulido	
<i>Salmo trutta</i>	Trucha marrón	-	-	8	8
Total Estación		-	-	8	8

Fuente Levantamiento de terreno.

Las tallas de las truchas variaron entre 3,8 y 17 cm, que corresponden a alevines y juveniles. Esto confirmaría que el río Ramadillas es un hábitat de reproducción de truchas, además sus características físicas con fondos de clastos pequeños, aguas transparentes y frías.

Anfibios

En la estación quebrada La Brea se encontraron anfibios en etapa de renacuajo, todos muy pequeños lo que dificultó su identificación taxonómica. De acuerdo al estudio taxonómico y la distribución geográfica estos corresponderían al sapo espinoso *Bufo spinulosus* que se encuentra en esta región hasta 4.600 metros de altitud (Veloso y Navarro 1988³⁴, Cej J.M. 1962³⁵). Lugareños confirmaron la presencia en verano de una especie de sapo de tamaño mediano, pero que no pudo ser capturado en esta visita a terreno. Esta especie no corresponde al sapo de 4 ojos *Pleurodema thaul* descrito en la fauna terrestre (V.4.1.E Herpetofauna: Anfibios y Reptiles, más atrás). Por lo tanto, habría dos especies de anfibios identificadas en el área del proyecto.

V.5.3.C Estado de Conservación de Especies

Ninguna de las especies de flora, bentos y fauna íctica encontradas está listada con problemas de conservación. La única especie con problemas de conservación es la

³⁴ Veloso, A. & J. Navarro. 1988. Lista sistemática y distribución geográfica de anfibios y reptiles de Chile. Boll. Mus. Reg. Sci. Nat. Torino. 6: 481-539.

³⁵ Cej, J.M. 1962. Batracios de Chile. Ed. Universidad de Chile. Santiago. 128 pp.

especie de anfibio *Bufo spinulosus*, que es considerado Vulnerable según el reglamento de la Ley de Caza (D.S. N°5, 1998).

V.5.3.D Especies Migratorias e Indicadoras

De las especies descritas solo la trucha presenta migraciones como parte de su ciclo vital, que por lo demás son facultativas. Estas truchas solo podrían desplazarse aguas arriba hasta el embalse Lautaro.

V.5.4 Conclusiones

Los cauces del área de influencia directa del proyecto son pequeños ritrones de montaña, con escaso caudal o este es intermitente como en la quebrada La Brea. El hábitat acuático permite la presencia de flora y fauna acuática limitadas por las condiciones de altitud y la fuerte estacionalidad.

Las especies de flora acuática y bentos son escasas y corresponden a aguas de calidad buena y mediana. Las especies de fauna encontradas serían el sapo espinoso *Bufo spinulosus* declarado Vulnerable y la trucha *Salmo trutta* no listada por ser una especie introducida.

El sapo espinoso ocupa la quebrada La Brea en la época en que presenta aguas para la reproducción, probablemente desde octubre a diciembre, periodo donde se desarrollan los huevos, juveniles y ocurre la metamorfosis, mientras que pasa la etapa adulta en los terrenos cercanos aun cuando puede alejarse bastante del agua. La trucha tiene en el río Ramadillas un lugar de reproducción y mantención de alevines.

V.5.5 Valoración Ambiental

Si bien el hábitat acuático presenta limitaciones (altitud, estacionalidad), se registró un bajo número de especies de flora acuática y bentos, y la fauna íctica está representada sólo por la especie introducida trucha marrón *Salmo trutta*; el registro de dos especies de anfibios (sapo de 4 ojos *Pleurodema thaul* descrito en la fauna terrestre (V.4.1.E Herpetofauna: Anfibios y Reptiles, más atrás), y sapo espinoso *Bufo spinulosus*) asociados a buena calidad de aguas y en categoría de conservación Vulnerable, hacen que la valoración del componente ambiental Limnología sea 10, es decir, una relevancia muy alta (ver V.11 Valoración de los Componentes Ambientales, más adelante).

V.6. Descripción del Medio Humano

El área de influencia directa de este componente ambiente incluye las entidades pobladas de Juntas El Potro, Carrizalillo Grande y Pastos Grandes, y los pozos de extracción de agua (Sector Valle).

El área de influencia indirecta corresponde a la comuna de Tierra Amarilla, específicamente desde el poblado de Los Loros, hasta el río Vizcachas de Pulido (Iglesia Colorada).

V.6.1 Metodología

Para la elaboración de la línea de base del medio humano, se han considerando las dimensiones recomendadas en la Guía de Criterios de la CONAMA³⁶, para evaluar la alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de los grupos humanos

La metodología utilizada es cualitativa y fue aplicada directamente en el trabajo de campo realizado, la primera semana de septiembre de 2006 y la última semana de mayo de 2007, considerando principalmente la técnica de entrevistas semi-estructuradas con la población local, realizadas con cada uno de los grupos humanos individualizados.

La información cuantitativa se expresa a través del manejo de datos estadísticos, demográficos, censales, índices de pobreza, administrativos comunales u otros, los cuales ponen en relieve la caracterización general del área de influencia del proyecto.

La metodología utilizada es cualitativa y fue aplicada directamente en el trabajo de campo, considerando principalmente la técnica de entrevistas semi-estructuradas con la población local, realizadas con cada uno de los grupos humanos individualizados.

El análisis del área de influencia se divide en 2 zonas, la primera que va desde el poblado de Los Loros hasta el río Vizcachas de Pulido (Iglesia Colorada) (área de influencia indirecta) y la segunda que abarca la cuenca del Río Vizcachas de Pulido desde el Sector

³⁶ *Guía de Criterios Para Evaluar la Alteración Significativa de los Sistemas de Vida y Costumbres de Grupos Humanos.* Gobierno de Chile, Comisión Nacional del Medio Ambiente. Página: 21, 2006. Santiago.

Juntas del Río del Potro³⁷ por el Sur, hasta el sector llamado Pastos Grandes por el Norte, incluido el sector de Carrizalillo Grande (área de influencia directa).

V.6.2 Antecedentes Comunales

El proyecto se localiza en la comuna de Tierra Amarilla.

V.6.2.A Dimensión Geográfica

La comuna de Tierra Amarilla se ubica a 16 km al Suroeste de la capital regional, Copiapó. La superficie comunal es de 11.191 km², con una densidad poblacional de 1,22 habitantes por km².

Tierra Amarilla, jerárquicamente es un centro poblado complementario de la comuna de Copiapó, se caracteriza por ser un centro urbano residencial que depende de los servicios e instituciones públicas y privadas de Copiapó. La comuna está compuesta por 20 entidades pobladas (Tabla V-52).

Tabla V-52. Entidades Pertenecientes a la Comuna de Tierra Amarilla, por Ciudades, Aldeas y Caseríos.

Comuna	Categoría	Número de Viviendas
Tierra Amarilla	Ciudad	2.166
Los Loros	Aldea	356
Nantoco	Caserío	9
Alcaparrosa	Caserío	4
Callejón Las Flores	Caserío	35
Chilecito	Caserío	12
Embalse Lautaro	Caserío	25
Vizcachas	Caserío	15
Carrizalillo Grande	Caserío	3
Vertedero	Caserío	6
Bafer	Caserío	4
Amolanas	Caserío	32
Valle Hermoso	Caserío	3
San Antonio	Caserío	25
San Antonio Valle Hermoso	Caserío	8

³⁷ Juntas El Potro es el sector en el cual se juntan los ríos Ramadillas, Del Potro y Montosa.

Comuna	Categoría	Número de Viviendas
Hornitos	Caserío	27
Pabellón	Caserío	22
Jotabeche	Caserío	3
Totalalillo	Caserío	3
Tropicana	Caserío	3

Fuente: Censo 2002. Chile: Ciudades, Pueblos, Aldeas y Caseríos. INE 2005.

V.6.2.B Dimensión Demográfica

Tierra Amarilla tiene una población de 12.888 personas de las cuales 8.578 (67%), es población urbana y 4.310 (33%) rural; en porcentajes se expresa de la siguiente manera:

La población de la comuna divide por sexos muestra una disparidad entre la población masculina y femenina. La población masculina de la comuna es de 7.277 personas (56,4%), la femenina suma 5.611 personas (43,5%). Dicha disparidad puede tener explicación en la migración de las mujeres desde Tierra Amarilla hacia ciudades como por ejemplo Copiapó, en busca de nuevas oportunidades laborales. De forma inversa Tierra Amarilla recibe población masculina, para desempeñar labores en la minería y principalmente en la actividad agrícola de la uva, como temporeros.

Tierra Amarilla fue la comuna que registró la menor variación de población en la Provincia de Copiapó, en el periodo intercensal 1992-2002, llegando al 9,9% en diez años, por debajo de Copiapó (27,9%) y Caldera (13,9%).

Respecto de las entidades pobladas, sólo Tierra Amarilla es considerada ciudad, el resto son aldeas y caseríos. En este sentido la capital comuna (Tierra Amarilla) concentra el 66,5% de la población siendo Los Loros con el 8,2% de la población la segunda entidad poblada de importancia en la comuna (Tabla V-53).

Tabla V-53. Población de la Comuna de Tierra Amarilla, por Ciudades, Aldeas y Caseríos.

Entidad	Categoría	Población Total	Hombres	Mujeres	Viviendas
Tierra Amarilla	Ciudad	8.578	4.412	4.166	2.166
Los Loros	Aldea	1.068	587	481	356
Nantoco	Caserío	51	24	27	9
Alcaparrosa	Caserío	11	4	7	4
Callejón Las Flores	Caserío	144	69	75	35

Entidad	Categoría	Población Total	Hombres	Mujeres	Viviendas
Chilecito	Caserío	41	17	24	12
Embalse Lautaro	Caserío	80	48	32	25
Vizcachas	Caserío	48	28	20	15
Carrizalillo Grande	Caserío	8	6	2	3
Vertedero	Caserío	15	4	11	6
Bafer	Caserío	9	7	2	4
Amolanas	Caserío	98	53	45	32
Valle Hermoso	Caserío	7	3	4	3
San Antonio	Caserío	61	37	24	25
San Antonio Valle Hermoso	Caserío	17	12	5	8
Hornitos	Caserío	98	54	44	27
Pabellón	Caserío	68	39	29	22
Jotabeche	Caserío	12	4	8	3
Totoralillo	Caserío	2	2	0	3
Tropicana	Caserío	9	5	4	3
Entidades rurales de 1 ó 2 casas	Otras	2.463	1.862	601	Sin dato-

Fuente: Censo 2002. Chile: Ciudades, Pueblos, Aldeas y Caseríos. INE 2005.

Desarrollo Humano en la Región de Atacama y en la Comuna de Tierra Amarilla.

El Índice de Desarrollo Humano entregado por el PNUD, ubica a Chile en el puesto 37 entre las 177 naciones evaluadas por el organismo de Naciones Unidas. El IDH de Chile es 0,858, y dice relación con la posibilidad de los ciudadanos de acceder a diferentes bienes tanto tangibles como intangibles y la posibilidad de desarrollarse en igualdad de posibilidades. De esta manera, se miden por ejemplo, el acceso a la información, a la tecnología, educación, salud entre otros.

Tabla V-54. Índice de Desarrollo Humano en la Región de Atacama.

Comuna	Índice Desarrollo Humano
Caldera	0,752
Diego de Almagro	0,750
Copiapó	0,726
Vallenar	0,716
Tierra Amarilla	0,708
Huasco	0,694
Freirina	0,677
Chañaral	0,674
Alto del Carmen	0,666

Fuente: PNUD; Informe Desarrollo Humano 2005.

Como se puede apreciar, los datos revelan que todas las cifras comunales de desarrollo humano, basadas en indicadores como acceso a la salud, educación, trabajo, información, entre otros, se encuentran por debajo de las medias nacionales. La comuna de Tierra Amarilla (AI), se ubica quinta según el indicador de IDH dentro de la región.

V.6.2.C Dimensión Socioeconómica

Características Económicas

La comuna de Tierra Amarilla, es la que presenta la mayor expansión de la agricultura en la Provincia de Copiapó. Un 73% de las hectáreas plantadas de la provincia están en Tierra Amarilla, (6.117,07 de 8.363,56 ha).



Figura V-70. Superficies Plantadas en la Provincia de Copiapó.

Fuente: Elaboración propia.

La distribución de la superficie plantada por especie en la comuna, es la siguiente:

Tabla V-55. Superficie Especies Plantadas en la Comuna de Tierra Amarilla.

Especie	Superficie (ha)
Mandarino	66,51
Naranja	43,45
Granado	4,69
Pomelo	1,00
Vid de Mesa	6.001,32
Total	6.117,07

Fuente: ODEPA. CIREN 2005.

Como se puede apreciar la vid de mesa representa el 98,10% de las hectáreas plantadas en la comuna, siendo la especie más importante de la producción agrícola de Tierra Amarilla. El 91% de la producción de la vid de mesa está orientada a la exportación.

Respecto de la crianza de ganado, el SAG, especifica que gran parte del ganado de la comuna de Tierra Amarilla se concentra en la zona cordillerana, dividido en tres áreas geográficas: Lomas Bayas, Río Jonquera y Valle Unido, éstas a su vez se dividen en 28 majadas con una dotación de 7.600 cabras. Estas cifras develan que la comuna de Tierra Amarilla posee el 18,8% de la población caprina³⁸ de la región, Además, la comuna de Tierra Amarilla cuenta con el 11% de las majadas de la región³⁹.

Según estimaciones del Ministerio de Agricultura, la actividad agrícola empleó durante el año 2006 a unas 7.600 personas en la región, de ellas unas 4.000, se desempeñarían en la comuna de Tierra Amarilla.

Indicadores de Escolaridad

Según la encuesta Casen 2006, el promedio de escolaridad de la comuna es de 8,6 años, en tanto que el analfabetismo de la población llega al 5,6% de la población comunal. En comparación con los resultados de las otras comunas que componen la región, Tierra Amarilla, junto a Freirina y Alto del Carmen, es la comuna que presenta el promedio de escolaridad más bajo y el analfabetismo más alto de toda la región. Si ésta tiene un promedio de escolaridad de 10,3 años, la comuna de Tierra Amarilla está por debajo de esa cifra en casi dos puntos porcentuales (-1,7). En lo que se refiere a la cifra de analfabetismo, en tanto que la región tiene un 2,4% de población analfabeta, Tierra Amarilla supera en tres puntos porcentuales la barrera regional.

Tabla V-56: Datos de Escolaridad Comunal y Regional de la Población.

Área Geográfica	Promedio de escolaridad (años)	Porcentaje de población analfabeta (%)
Tierra Amarilla	8,6	5,6
Región de Atacama	10,3	2,4

Fuente: Casen 2006.

³⁸ 7.600 animales, el total regional es de 40.250 animales

³⁹ 28 majadas de 253

Indicadores de Pobreza

Según la encuesta Casen 2006 en la comuna de Tierra Amarilla un 0,5% de la población se encuentra en situación de indigencia, en tanto que un 11,9% se encuentra bajo la línea de la pobreza. Si se comparan estas cifras con las expuestas en la encuesta Casen 2003, Tierra Amarilla disminuyó sus índices de indigencia en 4,9 puntos porcentuales (en el 2003 los indigentes sumaban el 5,4% de la población) y en el caso de la pobreza, la comuna experimentó una disminución de 14,8 puntos porcentuales (en el 2003 la población bajo la línea de la pobreza era de 26,7%).

Los indicadores de la comuna de Tierra Amarilla, en comparación con el resto de las comunas de la región, demuestra una situación más bien equilibrada; si el promedio regional de población en condición de indigencia es de 2,8%, muy superior al 0,5% de población indigente de Tierra Amarilla, el promedio de población bajo la línea de la pobreza de la región llega 10,5%, cifra inferior en un punto porcentual a la registrada en Tierra Amarilla.

Tabla V-57: Indicadores de Pobreza en Tierra Amarilla y la Región de Atacama.

Área Geográfica	Población Indigente (%)	Población Pobre (%)
Tierra Amarilla	0,5	11,9
Región de Atacama	2,8	10,5

Fuente: Casen 2006.

V.6.2.D Dimensión Antropológica

Pueblos Originarios

En la comuna de Tierra Amarilla, 645 personas declararon pertenecer a alguna etnia siendo la más importante la etnia Colla⁴⁰ con un 37,3% del total de las cuales 52,2% son hombres y 47,7% mujeres de la población. No obstante, también es significativa la población mapuche y atacameña en la región, aunque las personas de estas etnias no han conformado comunidades en este territorio y viven preferentemente en las ciudades

⁴⁰ Esto debido a que se reconoce a esta zona geográfica se reconoce como el lugar de habitación ancestral de las comunidades collas de Chile.

de la región realizando trabajos ligados a la minería o la agricultura. A continuación se presenta el porcentaje de población indígena en la comuna por etnia:

Tabla V-58. Población Indígena por Etnia en la Comuna de Tierra Amarilla.

Etnia	Total población	%
Alacalufe	3	0,4
Atacameño	201	31,1
Aymara	3	0,4
Colla	241	37,3
Mapuche	196	30,3
Quechua	1	0,1
Rapa Nui	0	0
Yámana	0	0
Total	654	100

Fuente: Mideplan. Censo 2002.

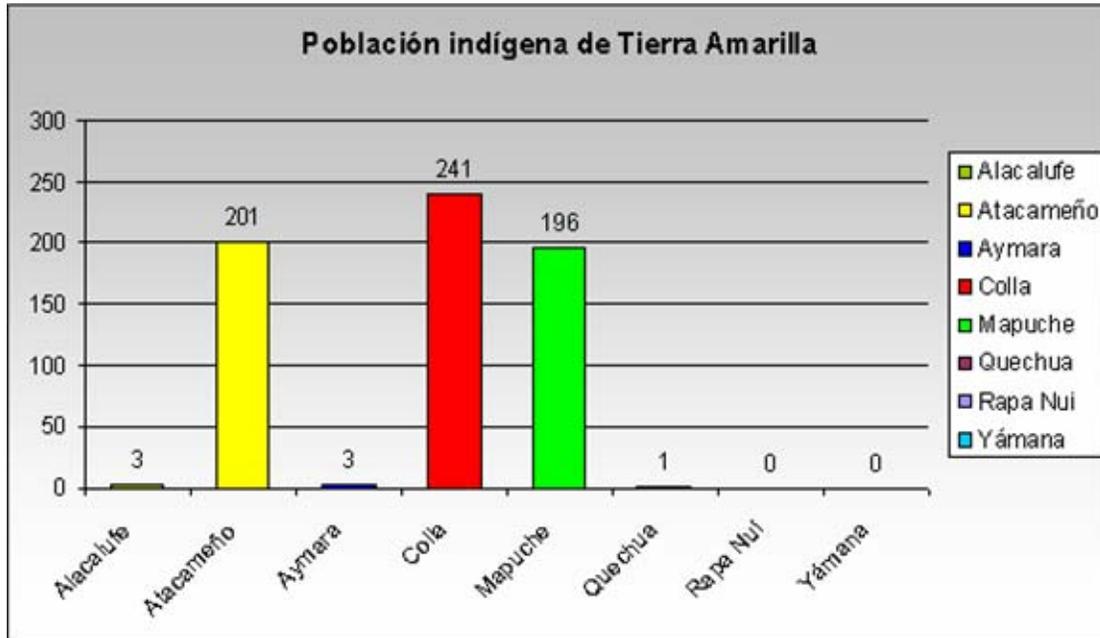


Figura V-71. Población Indígena según Censo 2002.

Fuente: Elaboración propia.

Festividades

La fiesta más importante de carácter comunal, pero que de igual forma conecta a la provincia, es la conocida como Fiesta del Toro Pullay, celebrada en el pueblo de Tierra Amarilla a fines del mes de febrero. Esta corresponde a una antigua fiesta costumbrista, en la cual la comunidad realiza comparsas por las calles de Tierra Amarilla y acompañando a personajes disfrazados que generalmente caracterizan el bien y el mal.

Pullay es un muñeco de tamaño natural hecho de paja que viste de forma elegante, montando un burro, *Pullay* es acompañado por un toro, que es otro personaje de la comparsa llevando la cabeza cubierta por un capuchón negro, del mismo modo el toro es acompañado por jinetes quienes tienen la misión de frenar las embestidas de éste. Dentro del montaje se representan a la viuda del Pullay y un pequeño quienes esconden sus identidades las cuales son reveladas en el baile final, además se representan al diablo y al cura quienes se disputan el alma de Pullay.

V.6.2.E Dimensión Bienestar Social Básico

Datos Sanitarios

Otro dato importante a consignar, es el dice relación con la Declaración de *Área Saturada por Anhídrido Sulfuroso* al área circundante a la fundición Hernán Videla Lira con fecha 30 de Septiembre de 1993, en la zona de Paipote área jurisdiccional de la comuna de Tierra Amarilla y la localidad de San Fernando en Copiapó. El área específica en la comuna de Tierra Amarilla va desde Cerro La Plata, quebrada El Sauce, Ruta C-35, empalmando por la Ruta C-423, siguiendo por ésta hasta cortar el límite comunal poniente de la comuna.

En lo que respecta a infraestructura, la comuna de Tierra Amarilla cuenta con un Consultorio y dos Postas Rurales ubicadas en Los Loros y Juntas El Potro. El Hospital más cercano (Copiapó), se encuentra a 16 km del casco histórico de Tierra Amarilla.

Infraestructura Educativa

En la comuna de Tierra Amarilla existen trece establecimientos educacionales, nueve de ellos orientados a la enseñanza básica, el restante es un Centro de Educación Integrada para Adultos con sede en Tierra Amarilla. Todos ellos son Municipales. La educación media la imparten tres Liceos Particulares subvencionados.

Tabla V-59. Escuelas Municipales en Tierra Amarilla.

Escuelas Municipales	Ubicación
Escuela F-40	Tierra Amarilla
Escuela F-42	Tierra Amarilla
Escuela F-41	Tierra Amarilla
Escuela D-43	Los Loros
Escuela G-44	Nantoco
Escuela G-104	Hacienda Amolanas
Escuela G-105	Hacienda San Antonio
Escuela G-39	Hacienda Hornitos
Escuela Rural Jaime Prohens	Hacienda Rodeo

Fuente: Elaboración Propia.

Los Liceos Particulares Subvencionados que imparten educación Media son los siguientes:

Tabla V-60. Liceos Particulares Subvencionados en Tierra Amarilla.

Liceos Particular Subvencionado	Ubicación
Jorge Alessandri Rodríguez	Tierra Amarilla
Colegio Manflas	Hacienda Manflas
Liceo Especial Amancay	Tierra Amarilla

Fuente: Elaboración Propia.

En el caso de que los jóvenes opten por la educación Técnico Profesional, Copiapó es la alternativa para encontrar la educación que se requiere. Es posible entonces sugerir que la educación es un factor de migración para muchas personas no sólo de la provincia de Copiapó, sino también de la región, que ven en los centros urbanos la posibilidad de mejorar su calidad de vida.

Distribución del Equipamiento Social y Medio Construido

Agua Potable

La comuna de Tierra Amarilla cuenta con una cobertura de agua potable a través de la red pública del 80,4% de los hogares (2.345 hogares de 2.916); la obtención potable a través de otras fuentes (pozos, o ríos o vertientes) suma en conjunto al 19,5% de los hogares (571 hogares). Por lo que es posible afirmar que la comuna cuenta con una cobertura adecuada de agua potable para su población.



Figura V-72. Viviendas según Obtención de Agua Potable.

Fuente: Elaboración propia.

Sistema de Evacuación de Aguas Servidas

Según Figura V-73, un total de 2.333 viviendas, 80,0%, están conectadas a alcantarillado en la comuna de Tierra Amarilla; 27 viviendas a fosa séptica, 0,9%; 489 a cajón sobre pozo negro, 16,7%; 1 vivienda cajón sobre acequia o canal, 0,03%; 4 químico, 0,13%; y finalmente 62 viviendas, 2,1% no cuentan con ningún tipo de sistema de evacuación. De igual manera que en el caso del agua potable, la cobertura de la red pública es similar, sin embargo, los sistemas de evacuación son más heterogéneos.

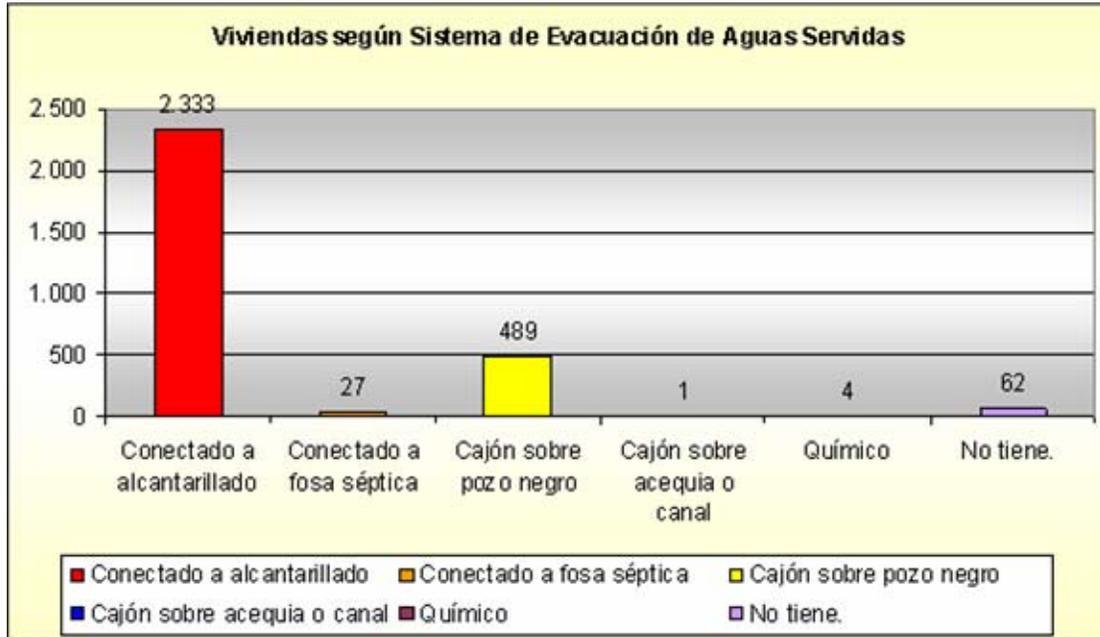


Figura V-73. Viviendas según Sistema de Evacuación de Aguas Servidas.

Fuente: Elaboración propia.

Sistema de Generación u Obtención de Energía Eléctrica

Respecto al acceso a energía eléctrica, o en su defecto, la generación de ésta, un 91,5% de las viviendas de la comuna cuentan con luz eléctrica a través de la red pública (EMELAT S.A) (2.669 viviendas); un 0,7% con generador propio o comunitario (20 viviendas); 0,06% placas solares (2 viviendas); y finalmente un 7,7% no cuenta con luz eléctrica.

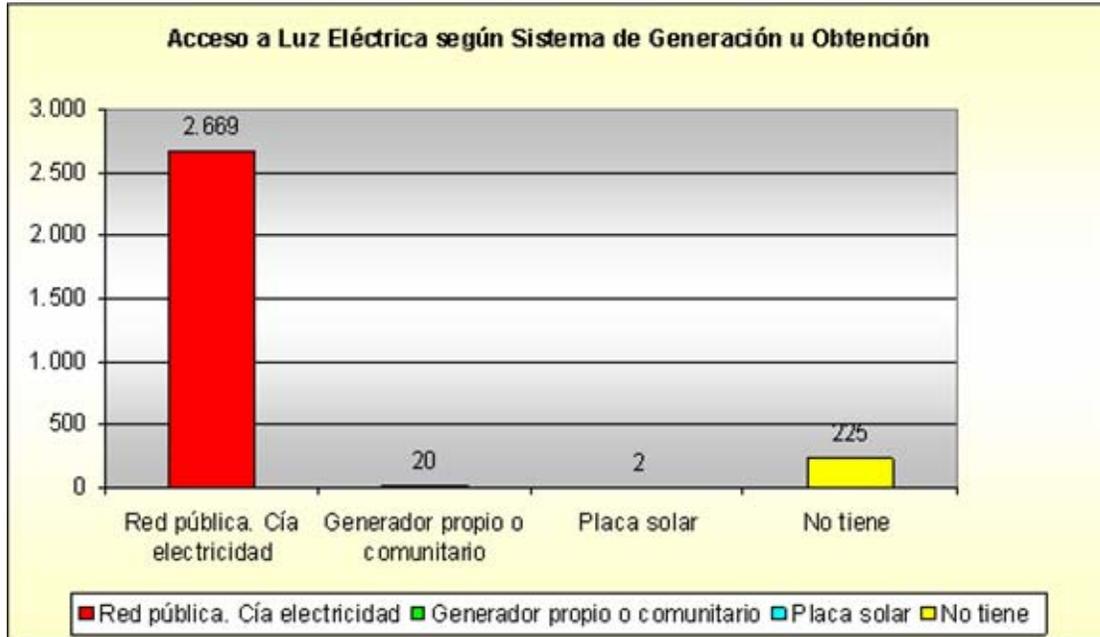


Figura V-74. Viviendas según Sistema de Generación de Energía Eléctrica.

Fuente: Elaboración propia.

Embalse Lautaro

Dentro de las obras más importantes de la comuna de Tierra Amarilla se encuentra el Embalse Lautaro, el que se describe más adelante en la sección V.7.3.B Embalse Lautaro, más adelante.

V.6.3 Caracterización del Área de Influencia Indirecta

V.6.3.A Desde Los Loros hasta el Río Vizcachas de Pulido (Iglesia Colorada)

Dimensión Geográfica

Desde el poblado de Los Loros hasta el sector de Iglesia Colorada, se emplazan a lo largo del Río Copiapó, asentamientos humanos que se relacionan con la actividad agrícola, específicamente al cultivo de uva de mesa exportación.

Los asentamientos se emplazan de forma intermitente sobre la ruta C-35. Sin embargo, este patrón de asentamiento discontinuo, logra formar una Unidad Territorial más o menos homogénea, debido principalmente a la actividad agrícola desarrollada en esta zona. La característica antes descrita, produce que las personas tengan una alta movilidad entre los poblados en busca de trabajo, en los predios y packings de las empresas agrícolas del lugar, a pesar de contar con poca locomoción pública y depender de ser transportados por vehículos particulares.

Tabla V-61: Entidades Pobladas de la Zona Los Loros- Río Vizcachas de Pulido.

Entidades Pobladas	Población
Los Loros	1.068
Embalse Lautaro	80
Vizcachas	48
Vertedero	15
Bafer	9
San Antonio	78
Amolanas	98
Valle Hermoso	7
Hornitos	98
Pabellón	68
Jotabeche	12
Totalalillo	2
Tropicana	9
Total	1.592

Fuente: Censo 2002.

Dimensión Demográfica

Como se puede apreciar en la Figura V-75, este sector del AID, tiene una población de 1.592 personas. Según el Censo 2002, 883 personas eran hombres y 709 mujeres. La población es en su totalidad rural.

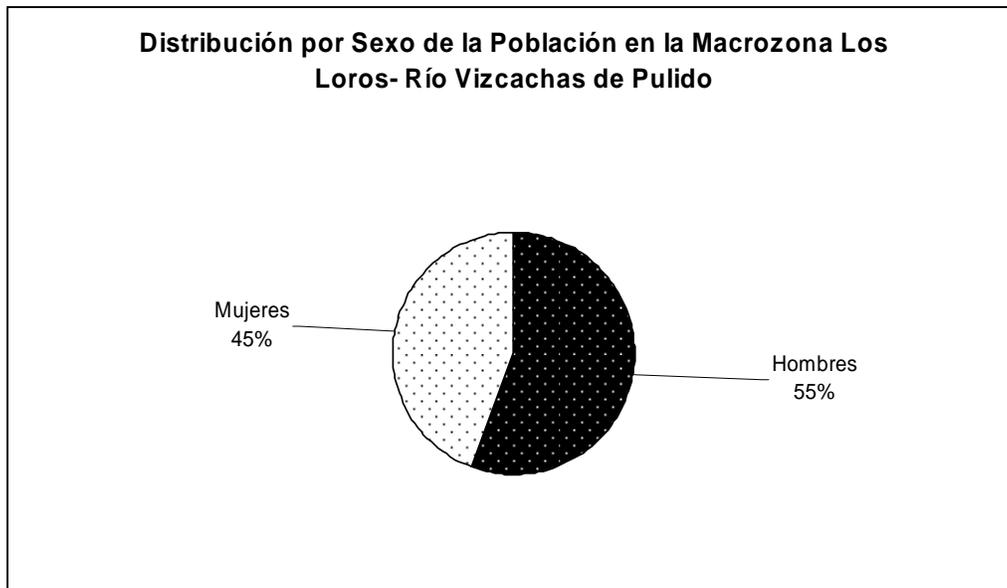


Figura V-75. Distribución de Población según Sexo.

Fuente: Elaboración propia.

Dimensión Socioeconómica

Las actividades económicas en este sector han sido presentadas en V.6.2.C Dimensión Socioeconómica de los antecedentes comunales, donde se caracterizan las actividades económicas más importantes desarrolladas en la comuna, con especial énfasis, en los poblados que se emplazan en la cuenca del Río Copiapó. Ahí se detalla que es la agricultura, la actividad principal del área.

Este sector se caracteriza por recibir importantes flujos de trabajadores temporeros que llegan buscando trabajo en las épocas de corta y cosecha de la uva de mesa que se cultiva en el todo el valle. Esta situación produce una movilidad constante de personas en todos los sitios poblados, debido a la búsqueda de trabajo en los predios y fundos de las diferentes agrícolas, que se emplazan en esta zona.

Las agrícolas más importantes en este sector son:

Tabla V-62: Agrícolas en el AID.

Agrícolas en Macrozona Los Loros Cuenca del Río Vizcachas de Pulido	Agrícola Quebrada Seca
	Agrícola Iglesia Colorada
	Agrícola Fernando Prohens
	Agrícola del Monte
	Agrícola Unifruti
	Agrícola Río Blanco
	Agrícola Santa Rosa

Fuente: Elaboración propia.

En época de cosecha (entre el 2 de noviembre hasta fines de febrero) cada predio produce entre 6.000 a 8.000 cajas de uvas de exportación empleando a unas 2.000 personas, según estimaciones de la OMIL (Oficina Municipal de Información Laboral) de la Municipalidad de Tierra Amarilla.

Dimensión Antropológica

Las características más relevantes para esta dimensión fueron expuestas en V.6.2.D Dimensión Antropológica, de los Antecedentes Comunales.

En Los Loros existen comunidades Collas reconocidas por la Ley Indígena N° 19.253, que habitan en el AII, son dos, la comunidad Waira Manta Tuj'si (reconocida el año 2001) y la comunidad Pacha Churo Kai de Los Loros (reconocida el 2002). No obstante, es la comunidad Colla del Río Jorquera y sus afluentes y su territorio uno de los más importantes, debido a que en el se celebran rituales importantes para las comunidades collas que ocupan los territorios aledaños, a través de la práctica de la trashumancia. Estas comunidades participan en diferentes actividades realizadas principalmente en el mes de Noviembre, como la amasadura de caballos y mulas, rodeo, carreras a la chilena, todas en el sector cuestecillas de La Guardia en la comuna de Tierra Amarilla.

Según las propias organizaciones aproximadamente un 50% de los miembros de la comunidad viven de la ganadería de cabras, el resto trabaja en las actividades agrícolas como trabajadores asalariados de los predios, lo que complementa con ingresos a la actividad ganadera y la artesanía, que desarrollan las comunidades.

V.6.3.B Dimensión Bienestar Social Básico

Las características principales para este ítem han sido presentadas en V.6.2.E Dimensión Bienestar Social Básico de los Antecedentes Comunales, en las cuales se detallan a nivel comunal la disponibilidad e infraestructura a la cual tiene acceso la población de la comuna, incluida la que vive en la macro zona identificada como AID. En lo que respecta a infraestructura básica destaca la Posta Rural de Los Loros, de la cual depende la posta de Juntas El Potro y las siguientes escuelas rurales:

Tabla V-63. Escuelas Rurales en el AID.

Escuela D-43	Los Loros
Escuela G-104	Hacienda Amolanas
Escuela G-105	Hacienda San Antonio
Escuela G-39	Hacienda Hornitos
Escuela Rural Jaime Prohens	Hacienda Rodeo

Fuente: Elaboración propia.

V.6.4 Caracterización del Área de Influencia Directa

V.6.4.A Desde Juntas del Río del Potro hasta Pastos Grandes

Dimensión Geográfica

La segunda macrozona del Área de Influencia Directa del proyecto para el medio humano es la cuenca del Río Vizcachas de Pulido, que va desde el Sector Juntas del Río del Potro⁴¹ por el Sur, hasta el sector llamado Pastos Grandes por el Norte, pasando por el sector de Carrizalillo Grande. Esta área tiene como característica fundamental el asentamiento de tres grupos humanos los cuales se agrupan en torno a los ríos Vizcachas de Pulido y Río El Potro, siendo un eje importante, la ruta C-453, dirección norte.

⁴¹ Juntas El Potro es el sector en el cual se juntan los ríos Ramadillas, Del Potro y Montosa.

Tabla V-64. Pequeñas Entidades Pobladas en el AID.

Sectores del AID	Entidades Pobladas	Distancia del Área de Desarrollo del Proyecto aprox. ⁴²
Río Vizcachas de Pulido	Pastos Grandes	15 km
Río Vizcachas de Pulido	Carrizalillo Grande	18,5 km
Río El Potro	Juntas el Potro	21 km

Fuente Elaboración propia.

Estas pequeñas entidades pobladas son ocupadas por su población en forma dispersa, esto quiere decir que no existe un continuo de viviendas desde Pastos Grandes, por el Norte hacia Juntas El Potro, por el Sur, la ocupación espacial del territorio es esporádica. Sin embargo, esto no equivale a que los despoblados existentes entre estos tres sectores, no sean utilizados por crianceros que habitan en el sector de Pastos Grandes.

En lo que respecta a conectividad hacia centros poblados mayores (como Los Loros o Tierra Amarilla), desde Pastos Grandes hasta el poblado de Los Loros la distancia aproximada es de 72 km por lo que la conectividad es mínima si se considera que no existen medios públicos de transporte desde estos sectores y no existe telefonía móvil o fija. Esta situación, provoca que las personas deban transportarse en caballos o vehículos particulares que pasen ocasionalmente hacia los sectores más concurridos (generalmente donde comienzan las plantaciones agrícolas) y desde ahí esperar ser transportados.

Dimensión Demográfica

A través del trabajo de campo fue posible determinar que el grupo humano que habita lo que se ha especificado como AID del Proyecto Caserones, corresponde a 18 personas pertenecientes a tres familias: Rojas (Pastos Grandes); Muñoz (Carrizalillo); Aróstica (Juntas El Potro). La totalidad de la población del área es rural.

En total la población del AID, del proyecto suma 18 personas divididas de la siguiente manera en el espacio geográfico:

⁴² Área de Desarrollo del Proyecto.

Tabla V-65. Población AID, según Lugar de Habitación.

Nº Población	Sectores
8 personas (Familia Rojas)	Pastos Grandes
2 personas (Familia Muñoz)	Carrizalillo Grande
8 personas (Familia Aróstica)	Juntas El Potro

Fuente: Elaboración Propia.

Es importante destacar el hecho de la asociación de la población con sectores determinados y la poca movilidad que fue posible encontrar a medida de avanzar en el estudio del área de los grupos humanos que allí habitan. Esto debido principalmente a las actividades económicas que desempeñan, las que serán explicadas más adelante.

Se contabilizaron en total 10 hombres y 8 mujeres, habitando en el AID.

Respecto a su composición, tanto, etaria, como social el grupo humano es bastante homogéneo. En el sector Pastos Grandes vive la familia Rojas, compuesta por tres hermanos (Hacienda Hermanos Rojas), los cuales, viven con sus respectivas parejas, la edad de los matrimonios va desde los 27 a 45 años. Sólo una pareja vive con sus hijos en el sector, los cuales son menores que no tienen edad aún para asistir a la escuela. Eventualmente el grupo humano aumenta en época estival cuando son visitados por sus hijos o familiares que estudian o trabajan en Copiapó o en las Haciendas del Valle de Tierra Amarilla.

En el sector de Carrizalillo Grande se ubica el fundo Carrizalillo de propiedad de Humberto Pesenti, quién no vive en la propiedad. En ella habita don Ulises Muñoz y su señora quienes trabajan cuidando el fundo. El matrimonio se encuentra en un rango de edad que supera los 60 años.

Finalmente en el sector Juntas del Potro se encuentra el grupo más heterogéneo en lo que a características de población se refiere. En este sector habitan permanentemente 8 personas, principalmente mujeres ya que los hombres de la familia trabajan tanto en las faenas del Proyecto Caserones, como en los predios agrícolas exportadores del valle de Tierra Amarilla, aquí la edad promedio es de 45 años⁴³.

⁴³ Datos recogidos a través de entrevistas abiertas con la población local. Los datos censales para éstas pequeñas entidades pobladas no se encuentran disponibles, por lo que los datos poblacionales recogidos en los sucesivos trabajos de campo entregan una noción general del grupo humano del área.

A modo de conclusión se puede decir que existe poca presencia de población infantil y joven en el AID y que por lo tanto el grupo humano es homogéneo en lo que a grupos de edad se refiere perteneciente al grupo de edad adulto y adulto mayor.

Dimensión Antropológica

El grupo humano del AID del proyecto es un grupo homogéneo y definible en cuanto a la estructura etaria se refiere. Sin embargo, no ocurre lo mismo cuando se habla de identidad. En el AID, no fue posible identificar, una identidad compartida por el conjunto *Grupo Humano*; de igual forma no fue posible percibir identidades étnicas en movimiento o articulación.

La identidad campesina, no es aglutinadora aquí, como en otras zonas de la región (Valle del Huasco; Valles del Carmen). Por el contrario, si fue posible percibir identidades individuales, ligadas a la actividad económica campesina. Por ejemplo, la familia Rojas que se identifica como campesino y criancera que desarrolla, o la familia Muñoz como campesinos e inquilinos de un terreno, y finalmente la familia Aróstica que se identifica como mineros o trabajadores agrícolas. Sin supeditar el concepto de identidad a características netamente económicas, la no existencia de grupos eclesiales o deportivos que pudiesen dar figura a una identidad común, manifiesta que en un sentido sociocultural no existen espacios desarrollados.

Con todo, no se sugiere que no existen vínculos entre los miembros del grupo humano, se conocen se visitan pero no cuentan con estructuras tangibles, que los aglutinen.

Finalmente y en concordancia con la actividad criancera, la práctica de la trashumancia como estrategia económica es desarrollada por la familia Rojas y las rutas de pastoreo generalmente siguen el curso Norte-Sur del río Vizcachas de Pulido. Sin embargo la utilización de otras cuencas como la del río Ramadillas, puede ser utilizada dependiendo de la calidad del forraje de los diferentes pisos ecológicos.

Dimensión Socioeconómica

La actividad económica más importante del AID es la agrícola de menor escala destinada al forraje para el ganado, y la crianza de ganado ovino, caprino y equino. En total existen en la zona un total estimado de 640 cabezas de ganado en general.

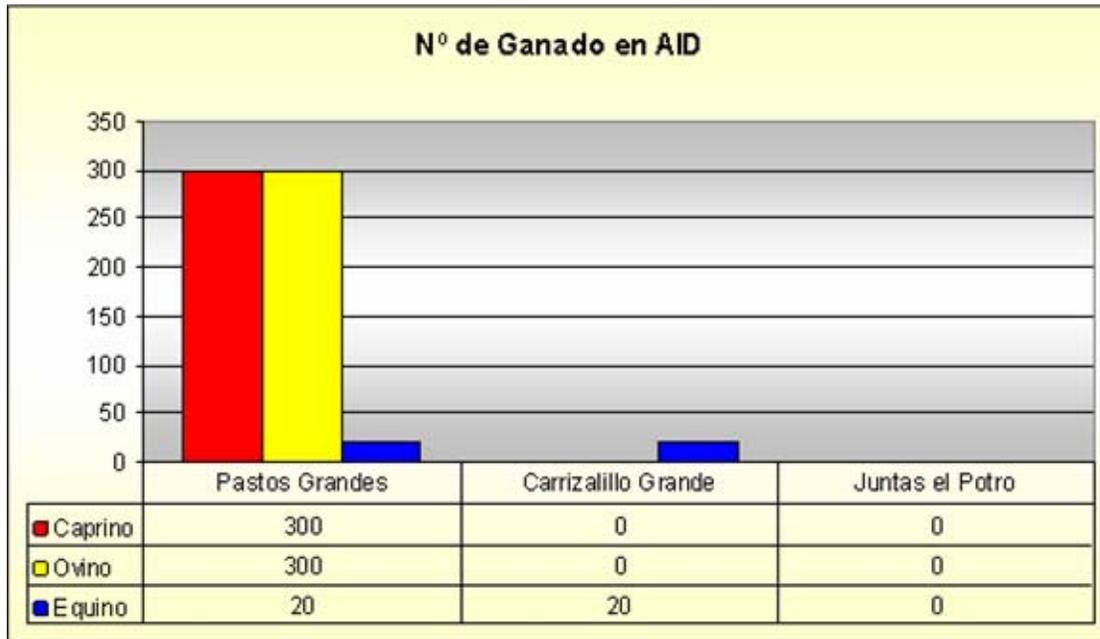


Figura V-76. Distribución Espacial del Ganado en el AID, por N° de Cabezas.

Fuente Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la Figura V-76 la concentración de ganado más importante se encuentra en el sector de Pastos Grandes, específicamente en la Hacienda Hermanos Rojas (10 ha, aproximadamente), es aquí además donde existe una actividad agrícola a pequeña escala destinada a solventar con insumos a la actividad criancera. La familia Rojas, subsiste de la fabricación de quesos, venta de animales y el guano que se obtiene de las cabras, el que es comercializado en los predios agrícolas del valle de Copiapó. El rango de ganancias de la actividad fluctúa entre los 100.000 y 200.000 pesos mensuales.

Las actividades económicas de las familias de este sector del AID, en una jornada normal de trabajo, tienen una separación de las actividades marcada por la condición de género:

Tabla V-66. Actividades Económicas del Grupo Humano del AID, por División de Género.

Hora	Hombre	Hora	Mujer
5:00	Inicio de actividades	5:00	Inicio de actividades
5:10	Desayuno	5:00	Preparación del desayuno
5:30	Ordeña las cabras	5:30	Ayuda a su esposo a ordeñar las cabras

Hora	Hombre	Hora	Mujer
7:00	Arrea el ganado hacia los sectores de pastoreo	7:00	Corta pasto, alimenta a los animales domésticos (gallinas, gansos, perros, etc.)
12:00	Almuerzo	8:00	Prepara desayuno para el resto de la familia.
13:00	Pastoreo, más otras labores, como la preparación de queso, charqui, apeos para los caballos.	9:00	Elaboración de pan amasado, queso y almuerzo.
18:00	Resguardo del ganado en corrales.	12:30	Almuerzo
18:30	Comida y descanso, para la próxima jornada.	13:30	Trabajo en la huerta, con el resto del grupo familiar.
		17:00	Recolección de leña.
		19:00	Comida
		20:00	Labores domésticas.
		21:00	Descanso.

Según datos oficiales proporcionados por el SAG, la comuna de Tierra Amarilla cuenta con una dotación de 7.600 cabras⁴⁴ divididas en tres áreas Río Jorquera, Lomas Bayas y Valle Unido⁴⁵. Según estos datos, en el sector Río Jorquera, que contiene lo que hemos determinado como AID, existe una dotación de 3.000 cabras, lo que significa que en el AID de este proyecto, una familia (Familia Rojas) concentra el 10% (300 cabras) de la dotación total de ganado caprino del área.

Los grupos humanos restantes, desempeñan labores económicas como trabajadores asalariados de las diferentes agrícolas del valle de Copiapó, o como trabajadores en el campamento del proyecto Caserones. Dicha situación, refleja la dependencia de los sitios poblados del AID respecto de la generación de empleo y capacidad de absorber la mano de obra local, que a pesar de ser bastante menor no cuenta con una capacidad instalada para generar otras actividades, que no sean la crianza de ganado o la agricultura de pequeña escala.

Lo anterior se debe al fuerte desarrollo agrícola del valle de Copiapó, en especial en la comuna de Tierra Amarilla (como fue descrito en el análisis del AII), donde existen 32 predios aproximadamente, de diferentes agrícolas, entre ellos Dole, Río Blanco, Prohens,

⁴⁴ Revisar Dimensión Socioeconómica del AII, del Proyecto Caserones.

⁴⁵ Informe Final Programa de Protección Sanidad Caprina. SAG. Página 29: 2006.

Atacama, Quebrada Seca, Iglesia Colorada. Las cuales en época de cosecha (noviembre - febrero) pueden cosechar entre 6.000 y 8.000 cajas diarias.

En el sector que se denominado *Cuenca del Río Vizcachas de Pulido* no existen paños con plantaciones de parras, almacenes u otras actividades económicas.

Dimensión Bienestar Social Básico

El AID, tiene un importante déficit en lo que a infraestructura básica corresponde. Los sitios poblados no cuentan con luz eléctrica, agua potable y sistema de eliminación de aguas servidas. Sólo la familia Aróstica cuenta con un generador a gasolina para disponer de luz eléctrica.

El método constructivo consiste en el uso de adobe y madera. Las viviendas tienen piso de tierra, constan de habitaciones amplias (2 a 3 habitaciones), además de una bodega, donde almacenan el queso, pan y otros víveres que traen desde Los Loros o Tierra Amarilla.

Es posible afirmar, que el sector Juntas El Potro, es el sitio poblado de mayor importancia dentro de la Cuenca del río Pulido, en lo que a infraestructura y Medio Construido corresponde, ya que en este sitio se emplaza la Iglesia Rural y la Posta Rural que depende de la Posta de Los Loros, en la cual cada dos meses se efectúa una ronda médica. Esto debido a que es Juntas El Potro el lugar de paso entre los sectores habitados del AID.

La mantención de la Posta Rural y la Iglesia está a cargo de la Sra. Eva Aróstica, quien mantiene la limpieza de ambas y en casos urgentes se comunica a través de una radio con la Posta Rural de Los Loros.

V.6.4.B Pozos de Extracción de Agua

Antecedentes

Los pozos de extracción de agua para abastecer al proyecto Caserones se ubican en el valle de los río Pulido y Copiapó. Este valle orienta su producción económica a la agroindustria exportadora de uva de mesa. Los *parrones* son regados principalmente con agua extraída de pozos, debido a que el caudal del río Copiapó no es suficiente para regar los predios de una industria con un fuerte desarrollo en la zona.

A continuación se realizará una breve descripción del entorno en el que se emplazan los pozos.

Dimensión Geográfica

Los pozos de agua (19 en total) se ubican en los sectores de Iglesia Colorada, El Rodeo, Embalse Lautaro, Los Loros, El Canelo, Hornito y Alianza.

Pozos Carrizalillo Chico

Los cinco pozos que se ubican en el sector Iglesia Colorada, se encuentran insertos en el predio llamado Carrizalillo Chico. En este predio no existen plantaciones, y tampoco existen poblaciones cercanas.

Tabla V-67. Ubicación de Pozos Carrizalillo Chico

Pozo	Coordenadas UTM Dátum PSAD 56	
	N	E
Carrizalillo Chico CCh-1	6.886.995	411.523
Carrizalillo Chico CCh-2	6.887.388	411.286
Carrizalillo Chico CCh-3	6.887.855	411.084
Carrizalillo Chico CCh-4	6.887.955	410.939
Carrizalillo Chico CCh-5	6.889.135	409.940

Pozo Jaime Prohens

Este pozo se ubica dentro de un predio privado del empresario Jaime Prohens, cercano a la junta del río Jorquera con el río Pulido. En esta zona existen plantaciones de uva.

Tabla V-68. Ubicación de Pozos Prohens

Pozo	Coordenadas UTM Dátum PSAD56	
	N	E
Jaime Prohens	6.898.520	407.581

Pozos Pesenti

En este predio se ubican tres pozos de agua; el primero Pesenti 1 se ubica a unos 3 km al norte del embalse Lautaro, en predio privado en agrícola Río Blanco, a unos 700 metros

de la carretera C-35. El segundo, Pesenti 2, se ubica a unos 500 metros del pozo Pesenti 1, en un predio privado que tiene plantación de viñedos, a unos 700 metros de la carretera C-35.

Tabla V-69. Ubicación de Pozos Pesenti

Pozo	Coordenadas UTM Dátum PSAD 56	
	N	E
Pesenti 1	6.907.193	401.009
Pesenti 2	6.907.669	400.828

Pozo Doña Berta

Se ubica al norte de Pesenti 2, en predio privado con plantación de viñedos, a unos 700 metros de la carretera C-35.

Tabla V-70. Ubicación de Pozo Doña Berta

Pozo	Coordenadas UTM Dátum PSAD 56	
	N	E
Doña Berta	6.908.510	401.230

Pozo El Linderos

Se ubica en el sector El Canelo, a unos 500 metros de la carretera C-35 y a unos 5 km del Embalse Lautaro, en agrícola Río Blanco.

Tabla V-71. Ubicación de Pozo El Linderos

Pozo	Coordenadas UTM Dátum PSAD 56	
	N	E
El Linderos (ex - Oasis) PEL-1	6.909.531	400.560

Pozo El Retamo

Ubicado entre las carreteras C-35 y C-539, a 5 km del pozo El Linderos próximo a plantación de viñedos.

Tabla V-72. Ubicación de Pozo en El Retamo.

Pozo	Coordenadas UTM Dátum PSAD 56	
	N	E
El Retamo (ex - Peppi) PER-2	6.913.174	398.424

Pozo Austral Fruit

Sector cercano a plantaciones de viñedos, a unos 600 metros de la carretera C-35.

Tabla V-73. Ubicación Pozo Grossi.

Pozo	Coordenadas UTM Dátum PSAD 56	
	N	E
Austral Fruit (Grossi)	6.915.661	397.184

Pozo Nilahue

Ubicado a unos 300 metros de la carretera C-35 y a 2,5 km al sur de los Loros.

Tabla V-74: Ubicación Pozo Nilahue

Pozo	Coordenadas UTM Dátum PSAD 56	
	N	E
Nilahue	6.918.832	393.100

Pozos Fundo El Fuerte

Estos pozos se ubican a 2,5 km. del poblado de Los Loros, de difícil acceso, se encuentra dentro del predio agrícola El Lindero, junto a los parronales del fundo, se encuentra en buenas condiciones, su uso ha sido agrícola.

Tabla V-75: Ubicación de Pozos Fundo El Fuerte.

Pozo	Coordenadas UTM Dátum PSAD 56	
	N	E
Fundo El Fuerte RE-3	6.921.546	390.546
Fundo El Fuerte RE-2	6.921.531	389.939

Pozos Deliber

Los dos pozos emplazados en el sector de Hornitos se ubican dentro de una plantación de viñedos entre las carreteras C-35 y C-533.

Tabla V-76: Ubicación de Pozos Deliber

Pozo	Coordenadas UTM Dátum PSAD 56	
	N	E
Deliber 2 DEL-2	6.931.940	382.750
Deliber 1 DEL-1	6.932.920	382.580

Pozo Cerrillos

Ubicado en el sector Alianza-Totalillo, este pozo se encuentra inserto en un predio agrícola y está aún sin construir.

Tabla V-77: Ubicación de Pozo Cerrillos

Pozo	Coordenadas UTM Dátum PSAD 56	
	N	E
Cerrillos (El Checo ex Pozo Araya)	6.949.562	376.210

Dimensión Demográfica

Los pozos de extracción de agua antes mencionados se encuentran alejados de zonas pobladas. Salvo el Pozo Araya, cercano a la entidad de Totalillo, que según el Censo 2002 contaba con dos personas.

Dimensión Antropológica

No existen sitios relevantes aledaños a los pozos, tales como iglesias, sedes, canchas de fútbol u otros espacios en donde la población local se reúna en actividades destinadas a estrechar lazos y vínculos sociales.

Dimensión Socioeconómica

Como se explicó anteriormente, la agricultura es la actividad económica más importante del valle, siendo la uva de mesa, que representa el 98,10% de las hectáreas plantadas en la comuna, la especie más importante de la producción agrícola de Tierra Amarilla. El 91% de la producción de la uva de mesa está orientada a la exportación.

Dimensión Bienestar Social Básico

Los pozos de agua son parte importante para la infraestructura económica del valle (a pesar de que algunos de ellos, como los pozos de Carrizalillo Chico no se encuentren operativos). Estos pozos, por tanto, están destinados al riego agrícola.

V.6.4.C Valoración Ambiental

Dimensión Geográfica

La utilización de los espacios geográficos aquí definidos como área de influencia es utilizada como zonas de pastoreo por parte de las familias que viven en el área, no obstante, este pastoreo no es una actividad intensiva. En ese sentido, la valoración ambiental de este componente puede ser evaluada como 7, es decir, una relevancia alta (ver V.11 Valoración de los Componentes Ambientales, más adelante).

Dimensión Demográfica

No se proyectan campamentos, u obras que pudieran afectar las características de la distribución demográfica de la población local, como tampoco se contempla la instalación de campamentos en el sector.

En ese sentido, la valoración ambiental de este componente puede ser evaluada como 8, es decir, una relevancia alta (ver V.11 Valoración de los Componentes Ambientales, más adelante).

Dimensión Antropológica

Se ha detectado un sentimiento de arraigo de la población local con su entorno y sus usos y prácticas económicas como culturales, lo que ha brindado a esta comunidad de una identidad campesina, aunque ésta no sea colectiva, sino más bien individual.

Por esta razón la valoración ambiental de este componente puede ser evaluada como 8, es decir, una relevancia alta (ver V.11 Valoración de los Componentes Ambientales, más adelante).

Dimensión Socioeconómica

La economía de la población es frágil y susceptible a cambios producidos por agentes externos. Además, las actividades económicas desarrolladas por los sujetos, están estrechamente vinculadas con aspectos culturales que modelan las expresiones culturales.

Por esta razón la valoración ambiental de este componente puede ser evaluada como 8, es decir, una relevancia alta (ver V.11 Valoración de los Componentes Ambientales, más adelante).

Dimensión Bienestar Social Básico

La valoración ambiental de este componente puede ser evaluada como 6, es decir, una relevancia moderada (ver V.11 Valoración de los Componentes Ambientales, más adelante), debido a que la oferta de infraestructura básica es inexistente.

V.7. Descripción del Medio Construido

El área de influencia directa de este componente ambiental corresponde a los elementos construidos dentro del polígono que comprende las áreas en que se emplazarán las obras físicas del proyecto (Figura V-2) y las vías de acceso a las obras del proyecto durante las etapas de construcción y operación: C-35, C-453, C-535, C-503, C-459 y C-411 (Figura V-77). El área de influencia indirecta corresponde a los elementos construidos dentro de una franja de 100 m alrededor del polígono del área de influencia directa, más las rutas en las que se produzcan aumentos en los tránsitos, inducidos tanto por la construcción como por la operación del proyecto: Ruta 5

V.7.1 Metodología

A partir del análisis de planos de ingeniería y topográficos, así como de información recopilada en los registros de las autoridades competentes, y antecedentes capturados durante las campañas de terreno, se ha recopilado la información relativa a elementos del medio construido que interactúan con el diseño del Proyecto.

El medio construido referente a las escuelas, postas y agrícolas, fueron descritas en el acápite del Medio Humano.

V.7.2 Red Vial

La red vial relevante que permite el acceso a las obras del proyecto Caserones durante las etapas de construcción y operación corresponde a C-35, C-453, C-535 y C-411. La ruta C-35, de 88 km aproximadamente, une Copiapó con la localidad de Juntas, pasando por Tierra Amarilla, Los Loros y Tranque Lautaro. Esta ruta presenta una carpeta de pavimento. La ruta C-453 tiene una carpeta de ripio y une la localidad de Juntas con la ruta C-535 bordeando el río Copiapó. Este eje transversal, que recorre el valle del Río Copiapó, constituye un corredor productivo, agrícola y de servicios a la minería.

La ruta C-535 une las rutas C-453 y la C-359 en un trazado de 79 km que bordea el río Vizcachas de Pulido, en los primeros 30 km aproximadamente. Este camino permite el acceso al área del proyecto en la junta del río mencionado anteriormente y el río Ramadillas.

En el contexto de la evaluación ambiental de la DIA “Tercer Túnel de Prospección”, MLCC ha acordado establecer y coordinar con la Dirección Regional de Vialidad, antes del inicio

de la operación de dicho proyecto, las acciones conducentes al mejoramiento y mantención de esta ruta.

La ruta C-411, corresponde a un camino de 22 km con carpeta de pavimento que une la ruta C-35, a la altura de Nantoco, con el km 776 de la ruta 5 norte.

La Tabla V-78 muestra las rutas y el tipo de carpeta. La Figura V-77 muestra los caminos públicos existentes en el área del proyecto.

Tabla V-78: Red Vial Proyecto Caserones.

Ruta	Nombre	Carpeta
C-35	Cruce Ruta 31-CH (Paipote) – Juntas	Pavimento
C-453	Juntas – Cruce Ruta C-535	Pavimento (en construcción)
C-535	Cruce Ruta C-453 – Cruce Ruta C-359	Ripio/Tierra
C-411	Cruce Ruta 5 – Cruce Ruta C-35	Pavimento
5	Longitudinal Norte	Pavimento

Según el Plan Nacional de Censo Volumen de Transito 2006⁴⁶, el transito medio diario anual de la ruta C-35 es de 1.208 vehículos hacia Juntas y 1.188 hacia Paipote, ambos medidos en la bifurcación Potrero Seco⁴⁷, que en su mayoría corresponden camionetas, seguidos por los autos y camiones simples de 2 ejes (Tabla V-79).

Tabla V-79: Volumen de Transito Ruta C-35 en Bifurcación Potrero Seco.

De/A en	Época*	Auto	Camioneta	Camión simple de 2 ejes	Camión simple de más de 2 ejes	Semi-remolques	Remolques	Buses y taxibuses	Total 24 horas
Paipote/ Juntas en Bif. Potrero Seco	Verano	404	597	173	124	27	39	130	1.494
	Invierno	222	445	112	81	8	9	69	946
	Primavera	310	503	140	93	20	14	105	1.185
	TMDA	25,84	42,62	11,72	8,22	1,51	1,71	8,38	-

⁴⁶ www.vialidad.cl/censo/index.htm [25/07/2008].

⁴⁷ Punto Censo N° 21.

De/A en	Época*	Auto	Camioneta	Camión simple de 2 ejes	Camión simple de más de 2 ejes	Semi-remolques	Remolques	Buses y taxibuses	Total 24 horas
Juntas/ Paipote en Bif. Potrero Seco	Verano	405	580	163	132	27	39	130	1.476
	Invierno	219	436	106	74	7	9	69	920
	Primavera	307	497	135	90	18	14	107	1.168
	TMDA	26,12	42,45	11,33	8,30	1,45	1,73	8,58	-

TDMA: Tránsito Diario Medio Anual. *La época de invierno incluye los flujos de otoño.
Fuente: Depto. de Estadísticas y Censos de Tránsito del Ministerio de Obras Públicas. Plan Nacional de Censo, Volumen de Tránsito, 2006⁴⁶.

Según el Plan Nacional de Censo Volumen de Tránsito 2006⁴⁸, el tránsito medio diario anual de la ruta C-411 es de 452 vehículos hacia La Pintana, medidos en la bifurcación Nantoco⁴⁹, que en su mayoría corresponden camionetas, seguidos por los autos y Semi-remolques (Tabla V-79).

Tabla V-80: Volumen de Tránsito Ruta C-35 en Bifurcación Potrero Seco.

De/A en	Época*	Auto	Camioneta	Camión simple de 2 ejes	Camión simple de más de 2 ejes	Semi-remolques	Remolques	Buses y taxibuses	Total 24 horas
Nantoco/ La Pintana en Bif. Nantoco	Verano	54	112	113	40	44	9	81	453
	Invierno	56	167	32	25	48	1	38	367
	Primavera	91	162	33	29	140	23	58	536
	TMDA	14,82	32,52	13,12	6,93	17,10	2,43	13,05	-

TDMA: Tránsito Diario Medio Anual. *La época de invierno incluye los flujos de otoño.
Fuente: Depto. de Estadísticas y Censos de Tránsito del Ministerio de Obras Públicas. Plan Nacional de Censo, Volumen de Tránsito, 2006⁴⁶.

No hay información de tránsito medio diario anual disponible para las otras rutas en el área del proyecto.

⁴⁸ www.vialidad.cl/censo/index.htm [25/07/2008].

⁴⁹ Punto Censo N° 19.

En los cauces mencionados se seleccionaron estaciones representativas del área de influencia directa del proyecto. En la Tabla V-46 se indican las coordenadas geográficas de las estaciones de muestreo mencionadas. En la Figura V-68 se muestran fotografías de las estaciones de muestreo y en la Figura V-69 su ubicación en el área del proyecto.

Tabla V-46. Ubicación Estaciones de Muestreo Flora y Fauna Acuática.

Nº	Estación	Coordenadas UTM	
		N	E
1	Quebrada La Brea	6.888.385	438.840
2	Río Ramadillas en junta La Brea	6.887.271	437.016
3	Río Ramadillas antes río Vizcachas de Pulido	6.891.235	428.339

Datum PSAD56.



Estación 1 Quebrada La Brea



Estación 2 Río Ramadillas en Junta La Brea



Estación 3 Río Ramadillas antes Vizcachas de Pulido

Figura V-68. Fotografía de la Estaciones de Muestreo Flora y Fauna Acuática.

Figura V-77. Red Vial en el Área Proyecto Caserones.

Fuente: Elaboración propia en base a mapa rutero MOP. www.mapas.mop.cl.

V.7.3 Infraestructura

No existe infraestructura en el área de influencia del proyecto. No obstante lo anterior, a continuación se describe la infraestructura cercana al área del proyecto. Sin considerar la red vial y los servicios sociales básicos descritos en V.6.2.E Dimensión Bienestar Social Básico, más atrás, la infraestructura cercana al área del proyecto está formada por un trazado proyectado del Sendero de Chile y por el Embalse Lautaro.

V.7.3.A Sendero de Chile

El Sendero de Chile es una iniciativa pública en el país que persigue generar un corredor de desarrollo ecoturístico y educativo. Esto permitirá que los ciudadanos puedan conocer y disfrutar la diversidad de paisajes y culturas de la nación, a través de 250 recorridos de uso pedestre, ecuestre y/o ciclístico, con una extensión superior a los 8.500 kilómetros.

El programa fue anunciado el año 2000 a la ciudadanía y durante el periodo 2000-2005 fue implementado por la Comisión Nacional de Medio Ambiente.

En la actualidad el programa se encuentra desarrollando estudios de planificación participativa (Planes Maestros) con todos los actores que estarán involucrados en la operación de 100 recorridos del sendero. Este trabajo se desarrolla en 23 territorios a nivel nacional, en todas las regiones del país, lo que equivale a 2.000 km aproximadamente del sendero en su totalidad.

En el área del proyecto Caserones, se encuentra proyectado por la CONAMA un tramo del Sendero de Chile denominado “Ramal Molle Diaguita” bordeando el Río Vizcachas de Pulido, en lo que corresponde a la clasificación de tramos de desierto (Figura V-78). Este sendero se encuentra además demarcado por el Plan Regional de Desarrollo Urbano y Territorial – Región de Atacama (Figura V-80 en V.8.1.A Plan Regional de Desarrollo Urbano de Atacama (PRDU), más adelante).

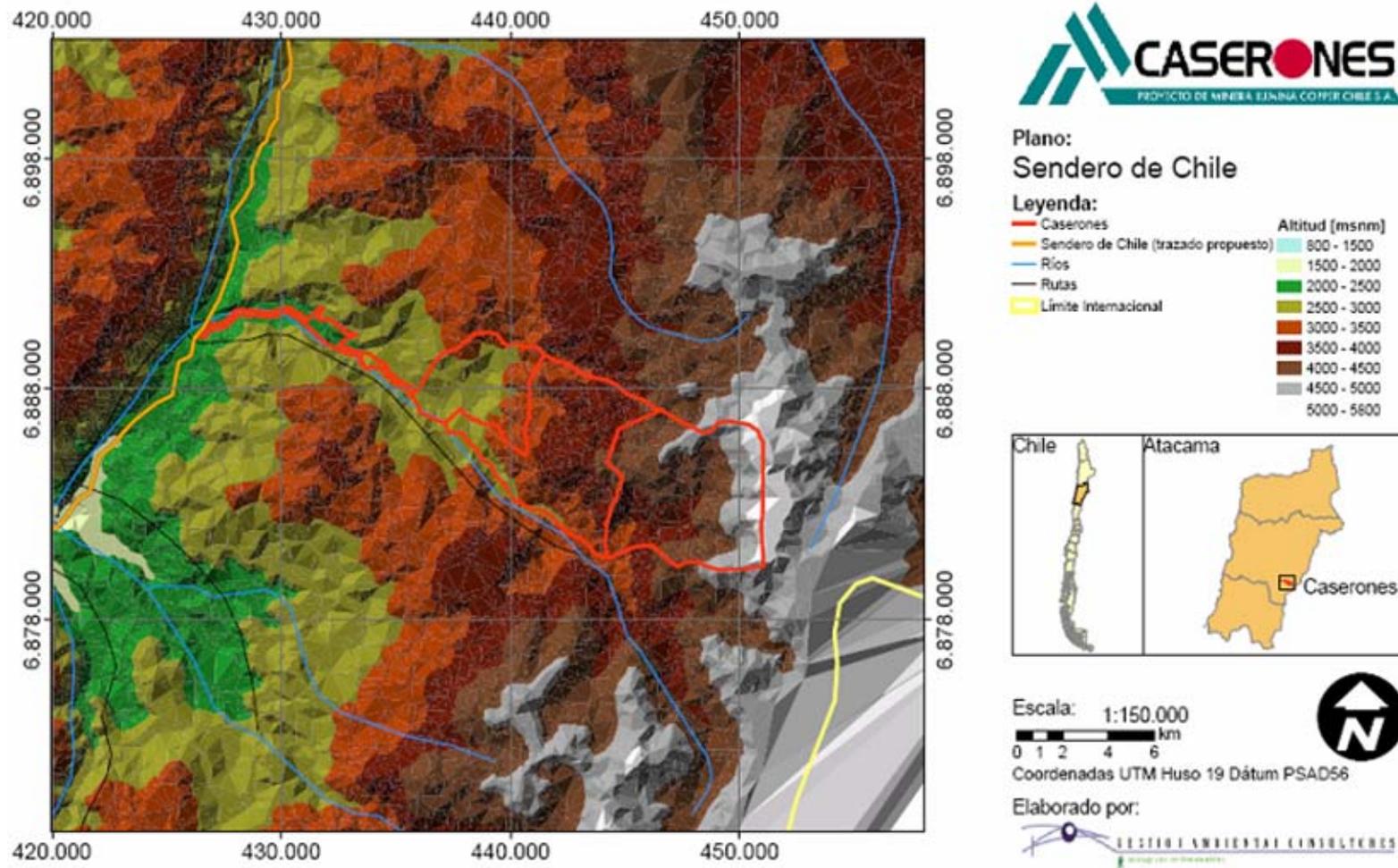


Figura V-78. Trazado del Sendero de Chile en el Área del Proyecto.

V.7.3.B Embalse Lautaro

El Embalse Lautaro se construyó entre 1929 a 1939 por la Dirección de Riego. Su construcción tuvo como finalidad, asegurar el suministro de agua en el valle de Copiapó y para eliminar probables inundaciones después de fuertes precipitaciones. Esta obra de ingeniería hidráulica se ubica a 1.130 m.s.n.m. y capta las aguas de los ríos Potro, Manflas, Jorquera, Chacay, Vizcachas del Pulido (o simplemente "Pulido") y Río Ramadillas.

Su cierre lo forma un muro de materiales detríticos del lugar, con taludes enrocados. Originalmente su altura máxima era de 24 metros por sobre el caudal del río. Su diseño contempló una capacidad de almacenamiento inicial de 42 millones de metros cúbicos. En la actualidad la altura máxima de embalsamiento es de 22,3 metros, lo cual genera una capacidad de almacenamiento de 22,17 millones de metros cúbicos. Esta disminución de la capacidad actual ha sido adjudicada principalmente al efecto de la colmatación, fenómeno asociado al depósito de sedimentos en el fondo, lo que además trae como consecuencia un aumento de la infiltración de las aguas en el embalse.



Figura V-79. Embalse Lautaro.

Fuente: www.geovirtual.cl.

V.7.3.C Valoración Ambiental

No se ha valorado este componente ambiental ya que no existe infraestructura en el área de influencia del proyecto (ver V.11 Valoración de los Componentes Ambientales, más adelante).

V.8. Uso del Suelo

El área de influencia directa de este componente ambiental corresponde a las áreas del proyecto reguladas por el Plan Regional de Desarrollo Urbano de Atacama (PRDU).

El Plan Regulador Intercomunal Provincia de Copiapó (PRICOP), cuyo objetivo es regular y orientar el proceso de desarrollo físico del territorio de las comunas de Caldera, Copiapó y Tierra Amarilla, se encuentra actualmente en tramitación. Además, el Límite Urbano de Tierra Amarilla, establecido por el decreto 1.952 del Ministerio de Obras Públicas del Gobierno de Chile en el año 1934 y que se encuentra aún vigente, no regula el área del proyecto por encontrarse en el área rural de la comuna.

V.8.1 Instrumentos de Planificación Territorial

V.8.1.A Plan Regional de Desarrollo Urbano de Atacama (PRDU)

El Plan Regional de Desarrollo Urbano de la Región de Atacama (PRDU) presenta los lineamientos para la planificación regional. De acuerdo a su zonificación el área del proyecto se ubica en el Área de Desarrollo: Valle de Copiapó, y se inserta en una Zona de Desarrollo Turístico y en una Zona de Protección de Cauces y Quebradas (Figura V-80). Estas zonas son descritas a continuación de acuerdo a los lineamientos del PRDU.

Zona de Desarrollo Turístico

Esta zona define algunos lugares de Atacama, en donde se podrán desarrollar con preferencia proyectos de carácter turístico.

Las condiciones que deberán cumplir los proyectos inmobiliarios serán especificadas en el instrumento de planificación territorial competente. Entre las condiciones que deberá establecer la normativa se encuentra: la densidad máxima, la división predial mínima, criterios de urbanización y conectividad vial.

En el caso de los sitios ubicados en el borde costero sus condiciones se encuentran descritas en el artículo 33 de la Ordenanza del PRICOST. En el caso de los sitios donde no rija un instrumento de planificación, los proyectos deberá presentar un Plan Maestro de Ocupación, que defina las condiciones anteriores, el que deberá ser aprobado por la Seremi Minvu Atacama.

Zona de Protección de Cauces y Quebradas

Se incluyen las zonas que corresponden al curso superior y medio de los ríos Copiapó y Huasco. Esto debido a que no sólo son afluentes de los cauces principales, sino que también alimentan la napa subterránea asociada a estos dos grandes ríos.

Los alcances de esta protección es salvaguardar la calidad de las aguas tanto superficiales y subterráneas, exigiéndoles a las actividades que se localicen en estas zonas el estricto cumplimiento de las normas. De este modo se incorporan a esta zona los ríos Pachuy, Chollay, Astaburuaga, entre otros.

Del mismo modo, se incorporan las principales sistemas de quebradas de la región como son: Quebrada de Pinte y Pantanillo, Quebrada Paipote y San Andrés, Quebrada Pan de Azúcar, Quebrada Totoral, Quebrada Carrizal y Quebrada Algarrobo.

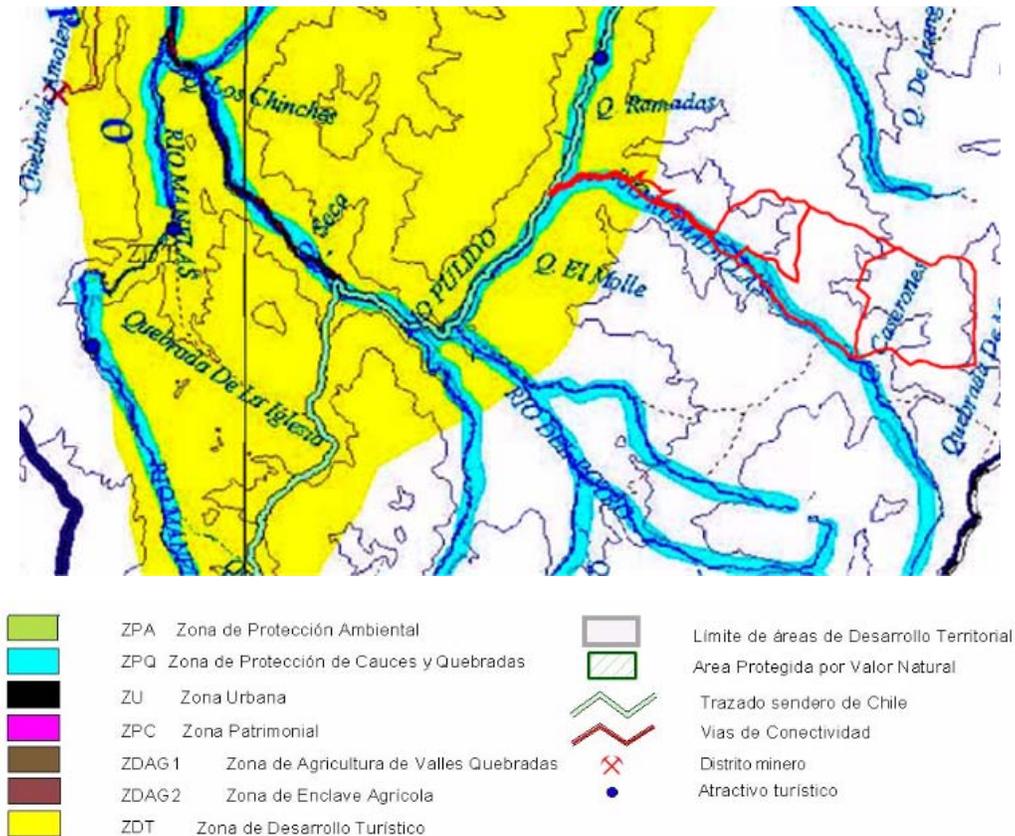


Figura V-80. Zonificación del PRDU en el Área del Proyecto.

Fuente: PRDU de Atacama.

V.9. Patrimonio Cultural

El área de influencia directa de este componente ambiental corresponde a las áreas de hallazgos con valor patrimonial ubicadas dentro del polígono que comprende las áreas en que se emplazarán las obras físicas del proyecto (Figura V-2). El área de influencia indirecta corresponde a las áreas con valor patrimonial ubicadas en una franja de 50 m alrededor del área de influencia directa.

V.9.1 Arqueología

V.9.1.A Metodología

Durante los días 24 al 27 de octubre de 2007, cinco arqueólogos recorrieron a pie el área de cobertura del proyecto (AID-AII). El estudio comprendió una inspección arqueológica superficial, intensiva y sistemática, con técnicas no invasivas, de cobertura total mediante un barrido a pie, referida a aquellos rasgos detectables sobre la superficie y los perfiles expuestos por cortes naturales, zonas erosionadas, en toda el área del proyecto. En aquellas áreas donde no existen caminos para acceder a las instalaciones y áreas de explotación proyectadas, se accedió a caballo hasta el lugar a ser inspeccionado.

En el Anexo V-4 se presenta el informe de línea de base arqueológica completa con una descripción detallada de la metodología utilizada.

V.9.1.B Resultados

Durante la inspección arqueológica realizada para el presente proyecto se detectaron un total de 75 hallazgos del patrimonio cultural distribuidos en los sectores del proyecto de acuerdo a lo descrito en la Tabla V-81.

Tabla V-81. Distribución de Hallazgos del Patrimonio Cultural en el Área del Proyecto.

Sector 1 Caserones	Sector 2 Ramadillas Alto	Sector 3 La Brea	Sector 4 Ramadillas Bajo	Total General
7	7	34	27	75

Sector Caserones

En el Sector Caserones, se detectaron siete hallazgos de patrimonio cultural (Hallazgos N° 35 a 41). Uno corresponde a una concentración arqueológica atribuida a un campamento minero ocasional subactual, cuyo impacto estimado es insignificante al ubicarse a gran distancia al área de explotación, lo mismo que un pique minero, dado su de adscripción cronológico-cultural reciente⁵⁰. Cuatro corresponden a campamentos estacionales, constituidos por estructuras pircadas, con componente prehispánico y subactual, ubicados en la quebrada de Caserones en asociación a las vegas allí existentes. El último, el hallazgo N° 41 Tambo Caserones, corresponde un sitio arqueológico prehispánico, parte del equipamiento de la estructura vial incaica, registrado por Niemeyer el año 1989 (Niemeyer 1998).

Tabla V-82. Hallazgos Arqueológicos en Sector Caserones.

Sitio Reciente	Sitio Subactual	Sitio Arqueológico Prehispánico	Total
AID	Fuera	All	
1	1	5	7

Sector Ramadillas Alto

En el Sector Ramadillas Alto, se detectaron siete hallazgos de patrimonio cultural (Hallazgos N° 42 a N° 48), todos ubicados en el AID del proyecto.

Tres son subactuales (Hallazgos N° 42, 45 y 46), mientras que los otros cuatro, corresponden a sitios prehispánicos.

Tabla V-83. Hallazgos Arqueológicos en Sector Ramadillas Alto.

Sitio Arqueológico Prehispánico	Sitio Subactual	Total
AID	AID	
4	3	7

⁵⁰ Información actualizada permitió tener certeza del carácter reciente (década de 1990) de la explotación de este pique minero, de lo cual no se tenía certeza durante la DIA **Sondajes de Prospección y Planta Piloto de Lixiviación. Proyecto Regalito** (Véase Rivas 2006).

Sector La Brea

En este sector, se detectaron 34 hallazgos de patrimonio cultural. De éstos, 16 corresponden a hallazgos aislados, uno consiste en una pequeña concentración arqueológica. Los 17 hallazgos restantes corresponden a sitios arqueológicos.

Tabla V-84. Hallazgos Arqueológicos en Sector La Brea.

Hallazgo aislado		Concentración	Sitio arqueológico prehispánico			Total		
AID	AII	AII	AID	AII	Fuera	AID	AII	Fuera
13	3	1	15	1	1	28	5	1

Sector Ramadillas Bajo

En el sector Ramadillas Bajo, se detectaron 27 hallazgos de patrimonio cultural. De éstos, uno es un sitio subactual; uno es un sitio multicomponente (actual, histórico y prehispánico) y otro una estructura circular de data indeterminada, ambos ubicados en el AII. Los 24 restantes son hallazgos arqueológicos prehispánicos (1 hallazgo aislado, 2 concentraciones y 21 sitios).

Tabla V-85. Hallazgos Arqueológicos en Sector Ramadillas Bajo.

Hallazgo aislado	Concentración arqueológica		Sitio arqueológico Prehispano		Sitio subactual	Total	
AII	AID	AII	AII	AID	AII	AID	AII
1	1	1	13	10	10	11	16

En la Tabla V-86 se presenta un resumen de los hallazgos del patrimonio cultural en el área del proyecto y su ubicación se presenta en las figuras a continuación. En el Anexo V-4 se presenta el informe de línea de base del patrimonio cultural completo con una descripción detallada de cada uno de estos hallazgos.

V.9.1.C Valoración Ambiental

La presencia de sitios de alta importancia patrimonial hace que la valoración del componente ambiental Arqueología sea 10, es decir, una relevancia muy alta (ver V.11 Valoración de los Componentes Ambientales, más adelante).

Tabla V-86 Hallazgos del Patrimonio Cultural en el Área de Influencia del Proyecto.

N° Hallazgo	Sector	Coordenadas UTM PSAD56		Altitud msnm	Tipo de Sitio	Funcionalidad	Adscripción	AI
		Este	Norte					
1	La Brea	439552	6889274	2871	Hallazgo aislado	Mano Moler	Prehispánico	AID
2	La Brea	439508	6889180		Hallazgo aislado	Núcleo	Prehispánico	AID
3	La Brea	439452	6889114		Hallazgo aislado	Núcleo	Prehispánico	AID
4	La Brea	439162	6888887	2809	Hallazgo aislado	Estructura palos	Subactual	AID
5	La Brea	439136	6888757	2807	Hallazgo aislado	Art. lítico	Prehispánico	AID
6	La Brea	438987	6888644	2787	Hallazgo aislado	Núcleo	Prehispánico	AID
7	La Brea	438960	6888628	2792	Sitio Arqueológico	Camp ocasional	Indeterminado	AID
8	La Brea	438940	6888575	2784	Sitio Arqueológico	Camp ocasional	Indeterminado	AID
9	La Brea	438784	6888652	2794	Sitio Arqueológico	Camp ocasional	Prehispánico	AID
10	La Brea	438639	6888500	2821	Sitio Arqueológico	Taller Lítico	Prehispánico	AID
11	La Brea	438712	6888378	2763	Hallazgo aislado	Derivado núcleo	Prehispánico	AID
12	La Brea	439149	6888323	2814	Hallazgo aislado	Núcleo	Prehispánico	All
13	La Brea	438998	6887965		Hallazgo aislado	Derivado núcleo	Prehispánico	AID
14	La Brea	438975	6887912	2807	Sitio Arqueológico	Campamento	Indeterminado	AID
15	La Brea	438905	6887919	2780	Sitio Arqueológico	Campamento	Prehispánico y Subactual	AID
16	La Brea	438846	6887975	2780	Sitio Arqueológico	Muro pircado	Indeterminado	AID
17	La Brea	438407	6887545	2776	Concentración	Derivados núcleo	Prehispánico	All
18	La Brea	438315	6887661	2734	Hallazgo aislado	Artefacto lítico	Prehispánico	All
19	La Brea	438193	6887617	2757	Hallazgo aislado	Derivado núcleo	Prehispánico	All
20	La Brea	437118	6887677	2661	Sitio Arqueológico	Campamento	Prehispánico Alfarero	All
21	La Brea	437152	6887262	2614	Sitio Arqueológico	Camp multifuncional	Prehispánico	AID
22	La Brea	436974	6887135	2626	Sitio Arqueológico	Camp multifuncional	Prehispánico	All
23	La Brea	436810	6887163	2657	Sitio Arqueológico	Muro pircado	Prehispánico	All
24	La Brea	436870	6887534	2618	Hallazgo aislado	Derivado núcleo	Prehispánico	AID
25	La Brea	436855	6887657	2660	Hallazgo aislado	Núcleo	Prehispánico	AID
26	La Brea	436793	6887459	2603	Sitio Arqueológico	Camp multifuncional	Prehispánico	AID
27	La Brea	436765	6886960		Hallazgo aislado	Núcleo	Prehispánico	AID

N° Hallazgo	Sector	Coordenadas UTM PSAD56		Altitud msnm	Tipo de Sitio	Funcionalidad	Adscripción	AI
		Este	Norte					
28	La Brea	436586	6886712	2741	Sitio Arqueológico	Camp ocasional	Prehispánico	Fuera
29	La Brea	436641	6887213	2655	Hallazgo aislado	Derivado núcleo	Prehispánico	AID
30	La Brea	436557	6887426	2592	Sitio Arqueológico	Camp ocasional	Prehispánico	All
31	La Brea	436489	6887500	2580	Sitio Arqueológico	Camp multifuncional	Prehispánico	AID
32	La Brea	436314	6887535	2580	Sitio Arqueológico	Camp ocasional	Prehispánico	AID
33	La Brea	436294	6887512	2574	Hallazgo aislado	Núcleo mineral y lasca	Prehispánico	AID
34	La Brea	435614	6887943	2548	Sitio Arqueológico	Camp multifuncional	Prehispánico	AID
35	Caserones	444883	6884305	4291	Sitio arqueológico	Campamento minero	Subactual	All
36	Caserones	447084	6883845	4365	Sitio reciente	Pique minero	Reciente	AID
37	Caserones	447569	6882453	3836	Sitio arqueológico	Campamento multifuncional	Prehispánico	All
38	Caserones	447460	6882360	3810	Sitio arqueológico	Campamento multifuncional	Prehispánico y Subactual	All
39	Caserones	447413	6882128	3787	Sitio arqueológico	Campamento multifuncional	Prehispánico	All
40	Caserones	447320	6882112	3783	Sitio arqueológico	Campamento multifuncional	Prehispánico y Subactual	All
41	Caserones	444370	6880710	3210	Sitio arqueológico	Tambo Incaico	Prehispánico Incaico	AID
42	Ramadillas Alto	442782	6881635	3025	Sitio arqueológico	Camp minero	Subactual	AID
43	Ramadillas Alto	439865	6883604	2830	Sitio arqueológico	Campamento	Prehispánico	AID
44	Ramadillas Alto	439715	6883880	2800	Sitio arqueológico	Campamento	Prehispánico Diaguita In	AID
45	Ramadillas Alto	438489	6885422	2715	Sitio arqueológico	Camp arriero	Subactual	AID
46	Ramadillas Alto	438178	6885747	2680	Sitio arqueológico	Corral	Subactual	AID
47	Ramadillas Alto	437935	6885922	2690	Sitio arqueológico	Campamento	Prehispánico	AID
48	Ramadillas Alto	437903	6885984	2690	Sitio arqueológico	Campamento	Prehispánico	AID
49	Ramadillas Bajo	435075	6888470	2503	Sitio arqueológico	Asentamiento multifuncional	Prehispánico	All
50	Ramadillas Bajo	434985	6888523	2496	Sitio arqueológico	Majada	Subactual	All
51	Ramadillas Bajo	434702	6888617	2483	Concentración	Campamento	Prehispánico	AID
52	Ramadillas Bajo	434637	6888761	2477	Sitio arqueológico	Asentamiento multifuncional	Prehispánico Alfarero Me	AID
53	Ramadillas Bajo	434606	6889024	2470	Sitio arqueológico	Campo de túmulos	Prehispánico Alfarero	All
54	Ramadillas Bajo	434412	6889183	2461	Sitio arqueológico	Funerario y/o campamento	Prehispánico	All
55	Ramadillas Bajo	434360	6889294	2460	Sitio arqueológico	Campamento	Prehispánico	All

N° Hallazgo	Sector	Coordenadas UTM PSAD56		Altitud msnm	Tipo de Sitio	Funcionalidad	Adscripción	AI
		Este	Norte					
56	Ramadillas Bajo	434298	6889351	2467	Sitio arqueológico	Campamento	Prehispánico Alfarero	All
57	Ramadillas Bajo	434129	6889399	2442	Sitio arqueológico	Campamento	Prehispánico	All
58	Ramadillas Bajo	433918	6889319	2459	Sitio arqueológico	Asentamiento multifuncional	Prehispánico Alfarero	AID
59	Ramadillas Bajo	433563	6889174	2545	Sitio arqueológico	camp tareas específicas	Prehispánico	All
60	Ramadillas Bajo	433454	6889410	2469	Concentración	Cerámica	Prehispánico Alfarero	All
61	Ramadillas Bajo	433039	6889615	2420	Sitio arqueológico	Campamento	Prehispánico Alfarero Me	AID
62	Ramadillas Bajo	433149	6889628	2410	Sitio arqueológico	Campo de túmulos	Prehispánico Alfarero Me	AID
63	Ramadillas Bajo	433018	6889695	2410	Sitio arqueológico	Túmulo	Prehispánico	All
64	Ramadillas Bajo	432904	6889662	2408	Sitio arqueológico	Funerario y/o habitacional	Prehispánico	All
65	Ramadillas Bajo	432980	6889710		Sitio arqueológico	Majada	Histórico	All
66	Ramadillas Bajo	432873	6889711	2400	Sitio arqueológico	Campamento	Prehispánico	All
67	Ramadillas Bajo	432781	6889708	2405	Sitio arqueológico	Campo de túmulos	Prehispánico	AID
68	Ramadillas Bajo	432786	6889766	2400	Sitio arqueológico	Campamento	Prehispánico	All
69	Ramadillas Bajo	432644	6889944	2401	Hallazgo aislado	Artefacto lítico con muesca	Prehispánico	All
70	Ramadillas Bajo	430476	6891287	2290	Sitio arqueológico	Campamento multifuncional	Prehispánico alfarero	AID
71	Ramadillas Bajo	430157	6891389	2262	Sitio arqueológico	Campamento multifuncional	Prehispánico	AID
72	Ramadillas Bajo	429731	6891303	2252	Sitio arqueológico	Campamento multifuncional	Prehispánico alfarero	AID
73	Ramadillas Bajo	428651	6891316	2222	Sitio arqueológico	Campamento multifuncional y fu	Prehispánico	AID
74	Ramadillas Bajo	427747	6890953	2184	Sitio arqueológico	Campamento	Prehispánico	AID
75	Ramadillas Bajo	432049	6890298	2456	Sitio arqueológico	Estructura circular pircada	Prehispánico	All

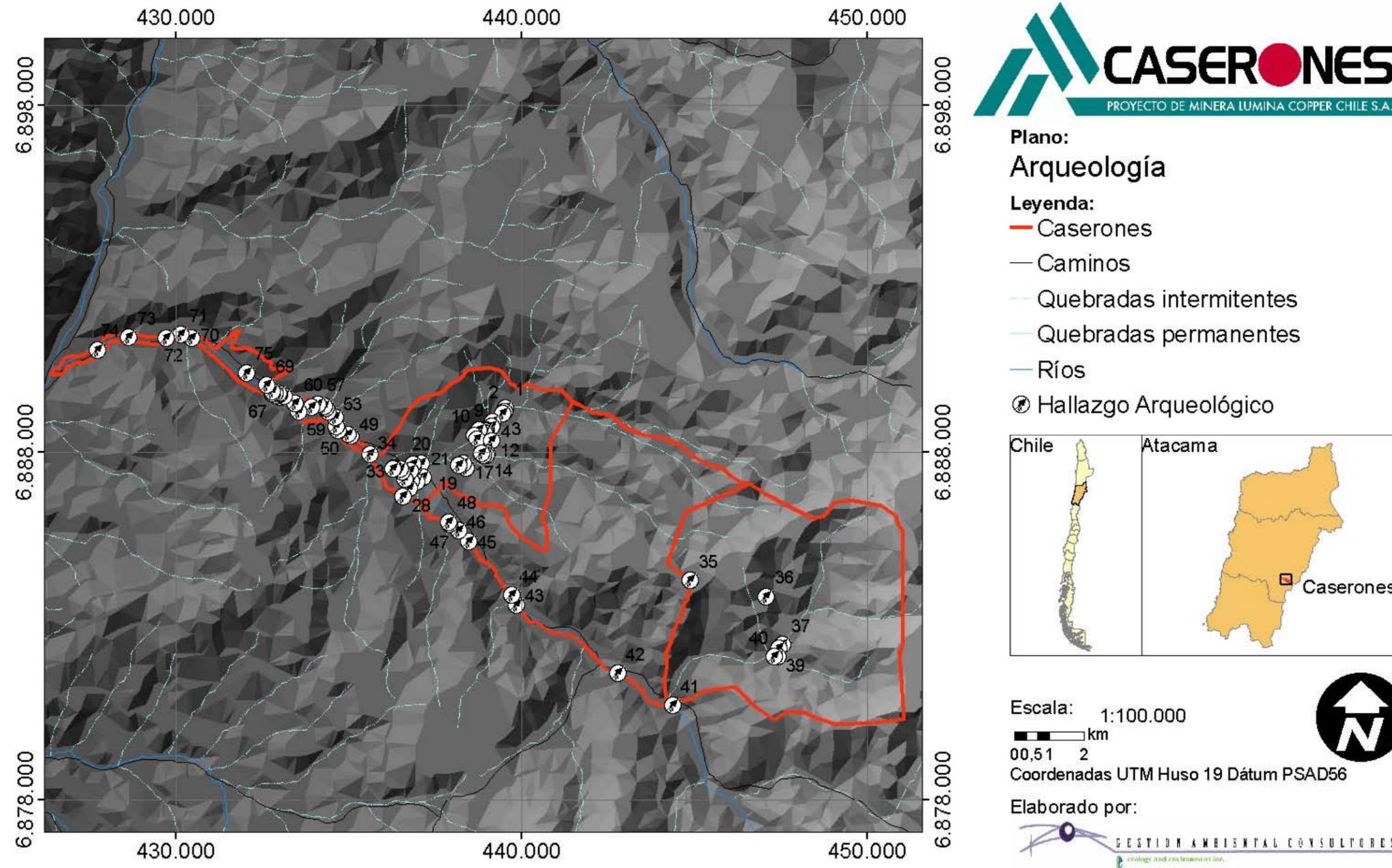


Figura V-81: Ubicación Hallazgos del Patrimonio Cultural.

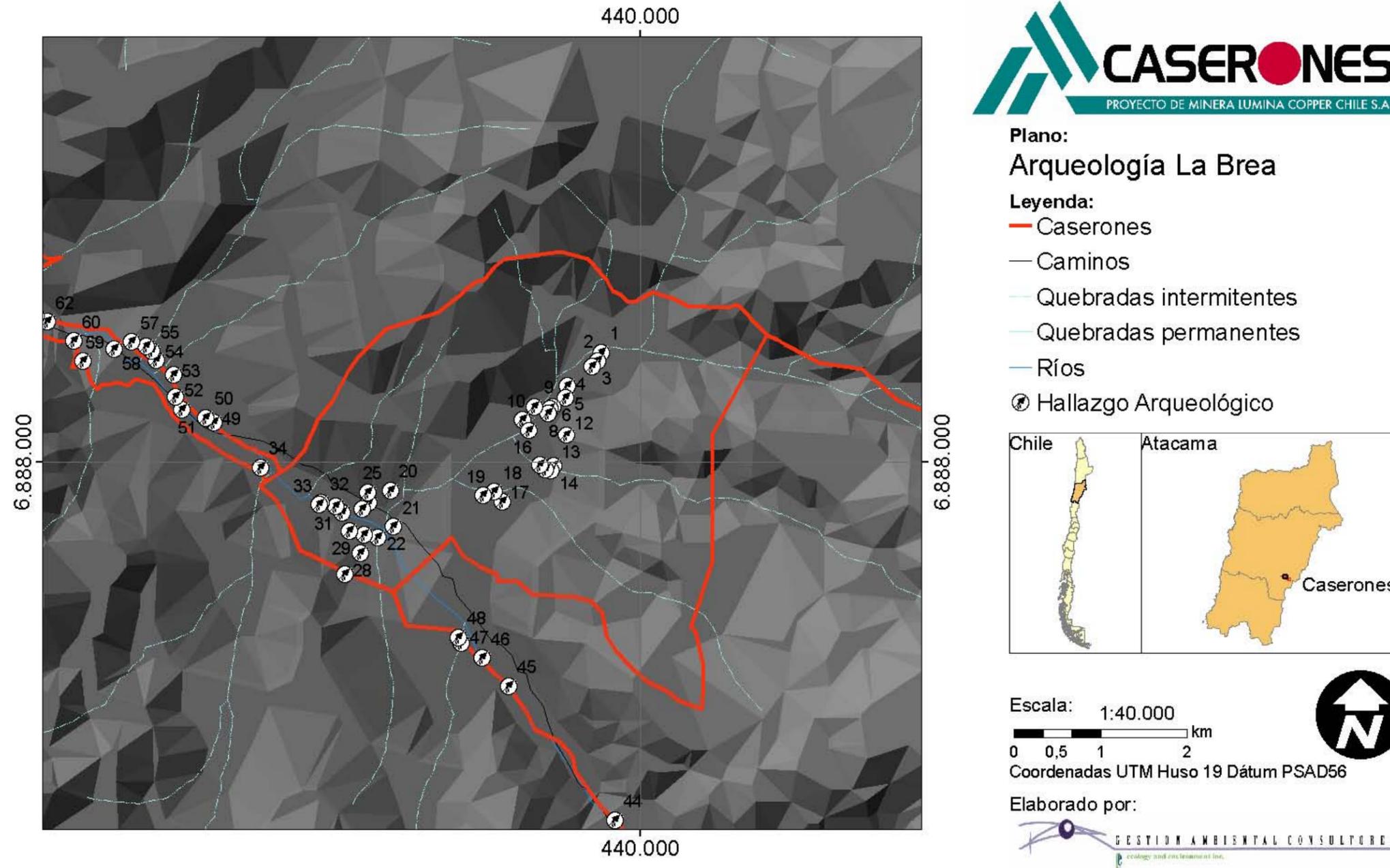


Figura V-82: Ubicación Hallazgos del Patrimonio Cultural Sector La Brea.

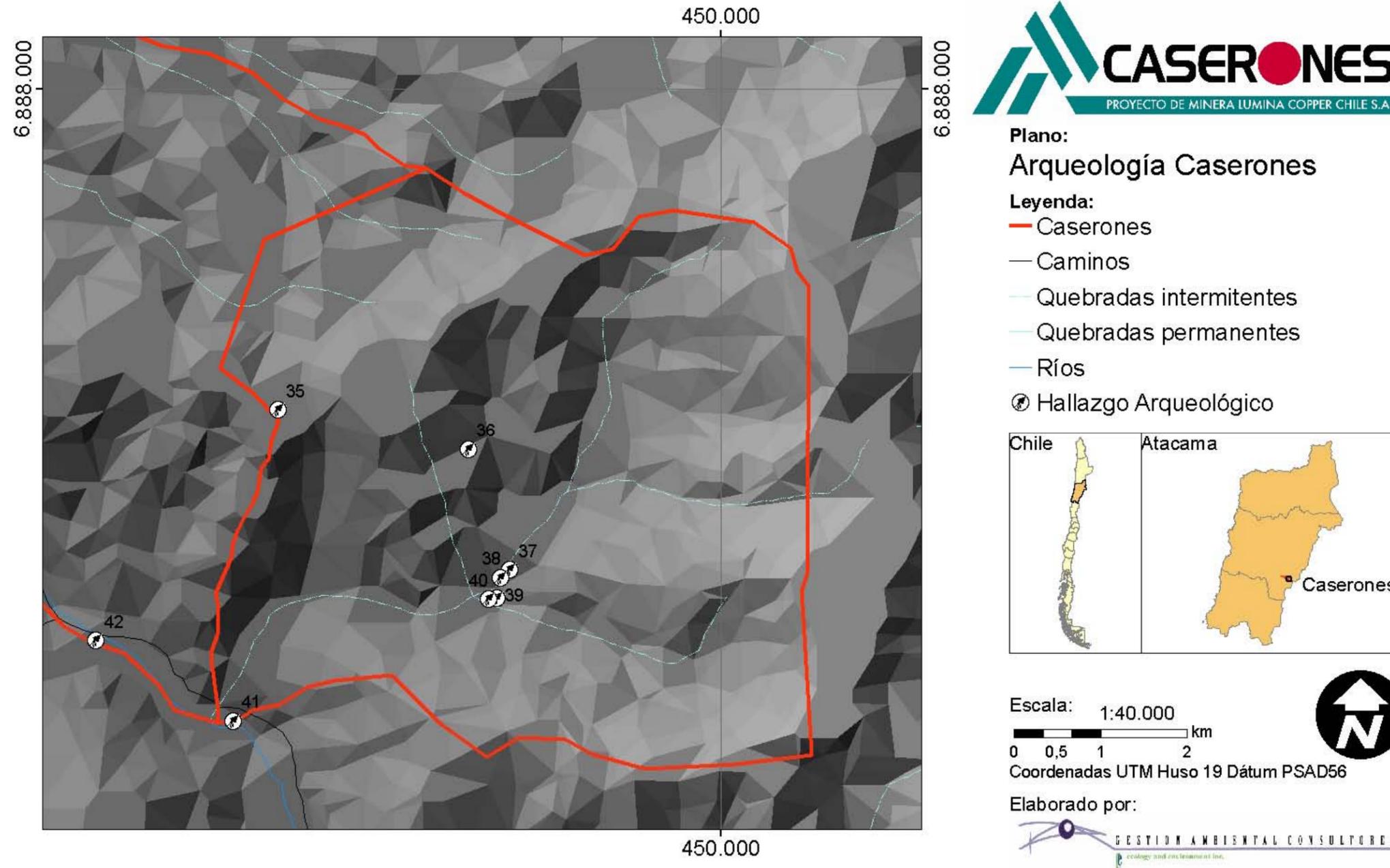
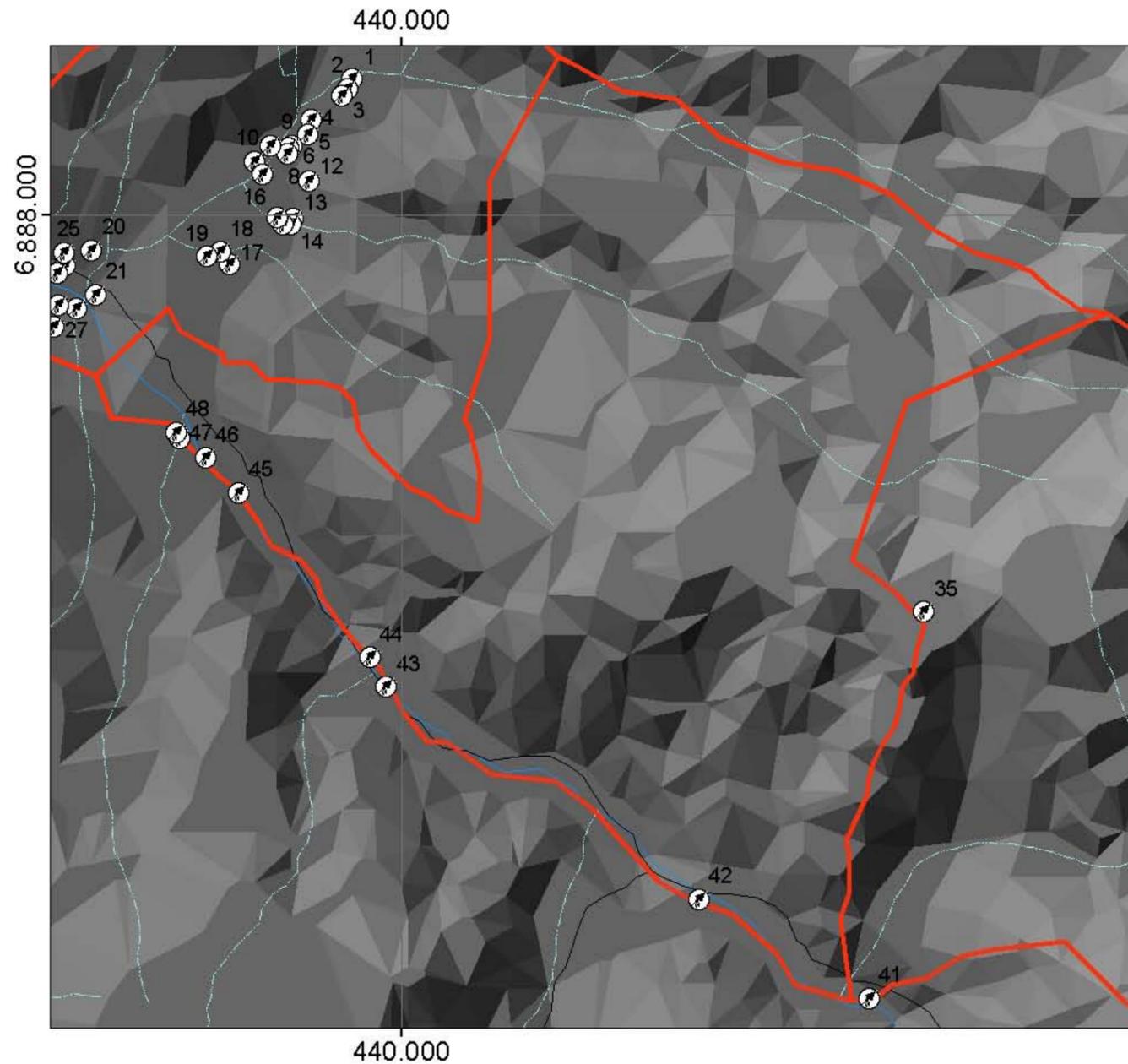


Figura V-83: Ubicación Hallazgos del Patrimonio Cultural Sector Caserones.



Plano:
Arqueología Ramadillas Alto

Leyenda:

- Caserones
- Caminos
- Quebradas intermitentes
- Quebradas permanentes
- Ríos
- ⊙ Hallazgo Arqueológico



Escala: 1:40.000
0 0,5 1 2 km



Coordenadas UTM Huso 19 Dátum PSAD56

Elaborado por:



Figura V-84: Ubicación Hallazgos del Patrimonio Cultural Sector Ramadillas Alto.

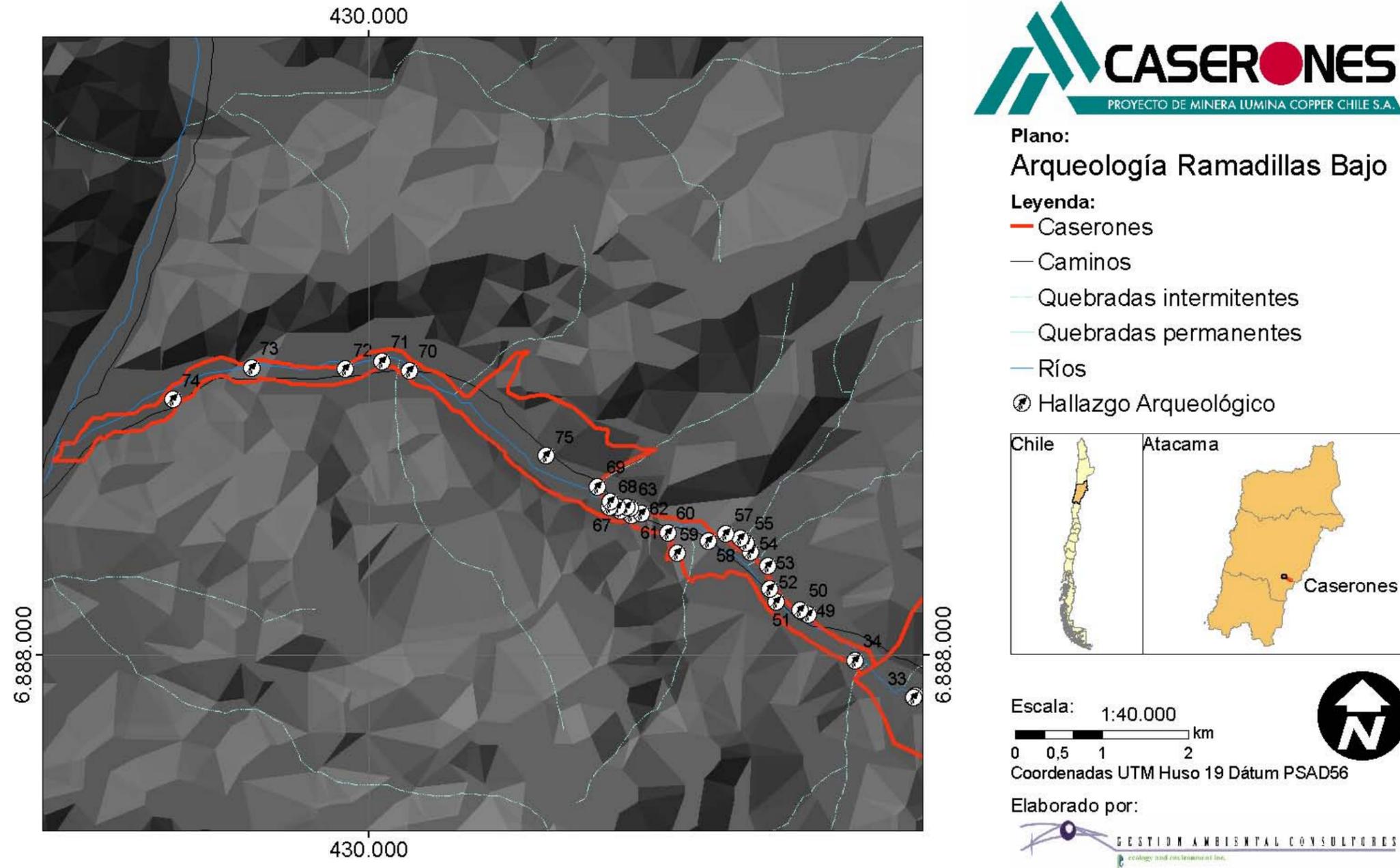


Figura V-85: Ubicación Hallazgos del Patrimonio Cultural Sector Ramadillas Bajo.

V.9.2 Paleontología

V.9.2.A Metodología

Para realizar el estudio se recorrió la mayor parte del área solicitada, analizando el contexto geológico y paleontológico de la misma. Se realizaron monitoreos visuales y superficiales abarcando amplios sectores dentro y fuera del área. En torno a puntos GPS, definidos estratégicamente en base a la geología y topografía del área, se realizaron prospecciones sistemáticas en los sectores definidos con la intención de evaluar la potencialidad paleontológica, verificando la presencia o ausencia de potenciales unidades sedimentarias con fósiles.

Las determinaciones taxonómicas fueron realizadas en el Museo Paleontológico de Caldera con apoyo de bibliografía especializada, colecciones referenciales y colaboración de especialistas pertinentes del Servicio Nacional de Geología y Minería y la Universidad de Chile.

El Anexo V-5 contiene el Estudio Paleontológico completo. Los principales resultados se detallan a continuación.

V.9.2.B Resultados

En las cercanías del campamento (Sector La Brea) se reconocieron dos puntos paleontológicos de interés. El primero de ellos, FOSIL 1 (Figura V-86), se sitúa al sur del campamento del Proyecto Caserones y constituye un nivel lenticular de potencia muy discreta el cual aflora a unos 200 m del km 2 del camino hacia la mina. En este sitio se reconoció incluye abundante material fósil correspondiente a bivalvos y gastrópodos que evidencian un ambiente litoral de baja profundidad. Este pequeño afloramiento se encuentra acotado por conglomerados rojos y brechas conglomerádicas similares a los descritos para el miembro 1 de la Formación Lagunillas, por lo que se asigna a esta unidad debido a su afinidad estratigráfica y presencia de fauna característica. El segundo punto paleontológico de interés es FOSIL 2 (Figura V-86), que se ubica hacia el norte del campamento. El sitio es extenso y comprende potentes espesores de areniscas rojizas estratificadas, muy finas, portadoras de icnitas las cuales indicarían un borde costero. Este sector es importante desde el punto de vista paleontológico y paleogeográfico por cuanto aporta información acerca de la ubicación de la antigua línea de costa durante el

Jurásico. La unidad representada en los mencionados puntos sería aparentemente la Formación Lagunillas, de edad Jurásico, caracterizada por la presencia de gastrópodos fósiles que indican aguas litorales. El estado de conservación sólo permitió determinar el material a nivel de familia.

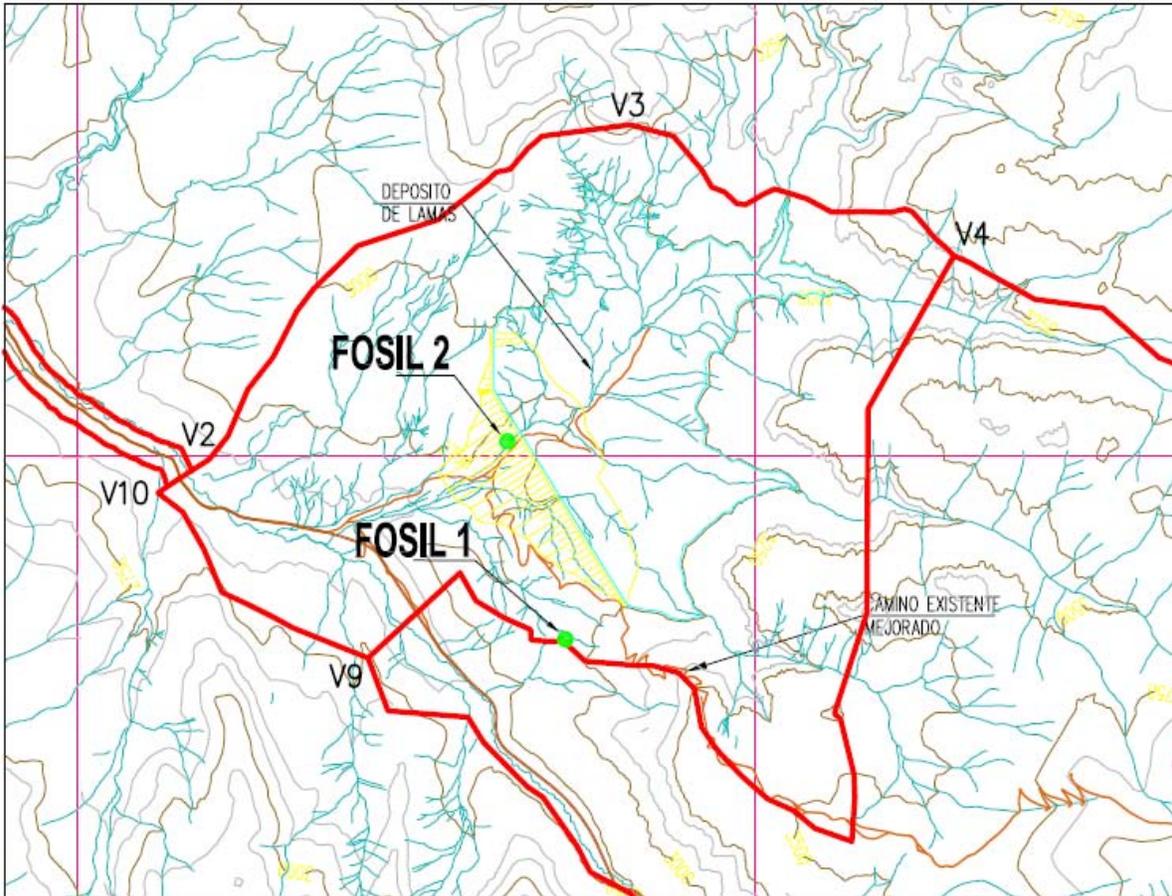


Figura V-86. Mapa de Ubicación de Hallazgos Paleontológicos (Sector La Brea).

V.9.2.C Conclusiones

- El Sector Caserones representa un sector en donde predominan rocas del tipo intrusivo (no fosilíferas) y por tanto no se reconocieron sitios de interés paleontológico dentro de él.
- Dentro del área prospectada, cercano al campamento (Sector La Brea), se identificaron dos puntos de interés paleontológico, FÓSIL 1 y FÓSIL 2, en los

cuales se reconocieron respectivamente fósiles de invertebrados marinos de edad Jurásico, y en el punto FÓSIL 2 trazas fósiles de organismos excavadores así como también estructuras sedimentarias de interés para la interpretación del paleoambiente.

- FÓSIL 1 representa un discreto afloramiento de rocas sedimentarias situado al borde del camino de acceso a la mina pero que no resulta afectado por este último. El punto FÓSIL 1 también se encuentra fuera del perímetro del futuro depósito de lamas que ha sido proyectado para ser construido dentro del área del proyecto (Figura V-86). Por lo tanto, tampoco será afectado por el mismo.
- FÓSIL 2 representa un gran afloramiento de rocas sedimentarias (en el cual se encontraron evidencias fósiles del tipo traza (icnitas) y en donde además se aprecian interesantes estructuras sedimentarias de interés científico-patrimonial). Este afloramiento se ubica en la Quebrada La Brea, la cual se localiza dentro del perímetro norte del futuro depósito de lamas (Figura V-86).

V.9.2.D Valoración Ambiental

La presencia de afloramientos fosilíferos de interés hace que la valoración del componente ambiental Paleontología sea 10, es decir, una relevancia muy alta (ver V.11 Valoración de los Componentes Ambientales, más adelante).

V.10. Paisaje

El área de influencia directa de este componente ambiental corresponde a los puntos de observación que permitan acceder visualmente a los lugares donde tienen lugar los impactos directos de la obra sobre el paisaje. No se define un área de influencia indirecta ya que no existen efectos potenciales del proyecto sobre este componente ambiental.

V.10.1 Descripción General del Paisaje

El sector donde se emplaza el Proyecto Caserones corresponde a una zona montañosa de sectores áridos y semiáridos. La característica más conspicua de estos paisajes, es que constituyen zonas sumamente importantes para la recarga de agua de la cuenca hidrográfica, ya que por sus particularidades topográficas y altitudinales son capaces de captar y mantener una parte significativa de las precipitaciones tanto invernales, como de verano. Este elemento se transforma en un factor clave para el análisis, en especial por la gran importancia semiológica que se le otorga en una región donde el agua es un factor limitante.

Caracterizada por el inicio de un gran valle transversal que cruza de Este a Oeste todo el territorio Nacional. La zona cordillerana de Caserones posee cuencas redondeadas y alargadas de ritmos suaves y compacidades bajas que se descuelgan de un valle que se abre a medida que se desciende en altura.

Particularmente el sector del proyecto, se encuentra encerrado por tres ríos: Al Este se encuentra el Río de Vizcacha de Pulido, al Oeste el Río de Picas Coloradas y al sur el Río Ramadillas o del Medio. Estas características sumadas a las características climáticas, de exposición, y relieve de la zona, crean una variedad de microclimas que permiten la formación de una gran cantidad de hábitats y microhábitats.

Desde la perspectiva biogeográfica, las montañas son cinturones estratificados con floras y faunas características. A escalas de tiempo geológico y climático de la Tierra, constituyen estructuras de paisaje estrechamente relacionadas con los efectos de la última glaciación ocurrida hace unos 15.000 años. Por otra parte constituyen documentos vivos de las dinámicas climáticas del planeta y los territorios, y además modelan sus sistemas fluviales y sus cuencas de drenaje.

En términos de composición y armonía, la paleta de colores presentes en la zona del proyecto entremezcla amarillos, rojos, verdes y cafés, todos ellos dentro de una gama de terracotas y grises, produciéndose grandes contrastes en ciertas zonas. La diversidad de textura y la distribución de ésta en el espacio, tiene una fuerte correlación con la altura y las formaciones vegetacionales, y se distribuye a lo largo de las laderas de grandes cerros, propias de zonas de montaña.

Las líneas visuales que dan forma al paisaje están dadas por la línea de cumbres, las líneas de caída de material y agua que se dibujan en las laderas de los cerros y los cursos de agua intermitente que marcan el ritmo de la zona. Otra línea importante, y de alto valor porque brinda accesibilidad al paisaje es la demarcada por el camino que lo atraviesa.

Por último la zona presenta una gran ecotonía, ya que en sus tramos superiores y medios se entremezclan estepas altoandinas y matorral subandino, con porciones de vegas que corresponden a un sistema ecológico azonal, con una vegetación característica que se desarrolla debido a un elevado y permanente contenido de humedad edáfica. Por otra parte, en las zonas bajas donde se ubica el matorral esclerófilo, es posible ver como este se va difuminando para dar paso a los cultivos agrícolas del sector bajo de la cuenca.

En este tramo de la cuenca, donde se ubicarán los pozos de extracción de agua, se observa la caja del río Pulido/Copiapó (con un ancho aproximado de 200 m) con matorral ripario que ocupa alrededor del 15% de la caja con una cobertura del 80%.

El río se ve encerrado por las laderas dialogantes del cajón que ascienden y van mostrando aristas de paisaje cordillerano. El paisaje es la intersección de las características cordilleranas ya mencionadas y de un paisaje agrario que se manifiesta con plenitud bajo el embalse Lautaro.

La paleta de colores entremezcla rojos, verdes y cafés, todos ellos en una gama de grises no produciéndose grandes contraste en los tramos superiores. En los tramos inferiores un contraste importante es manifestado por los parronales de un fuerte color verde y los cerros amarillos y rojos dentro de la gama de grises.

Es importante destacar la presencia de grandes galpones y agroindustrias principalmente de uva de mesa.

V.10.2 Área de Influencia

El área de influencia directa fue dividida en cuatro sectores según las características del paisaje: Sectores Ramadillas Bajo-La Brea, Sector Ramadillas Alto, Sector Caserones y Sector Valle.

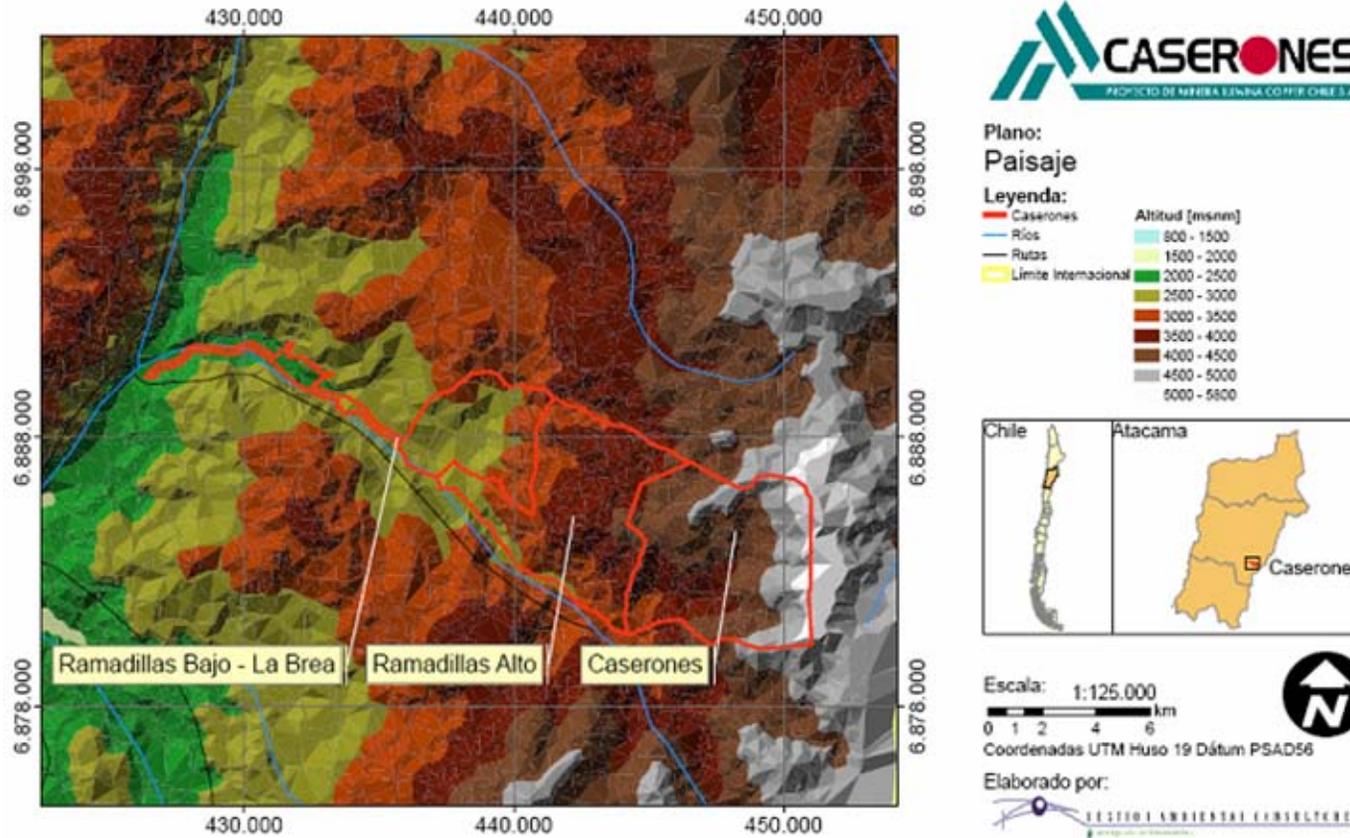


Figura V-87: Área de Estudio.

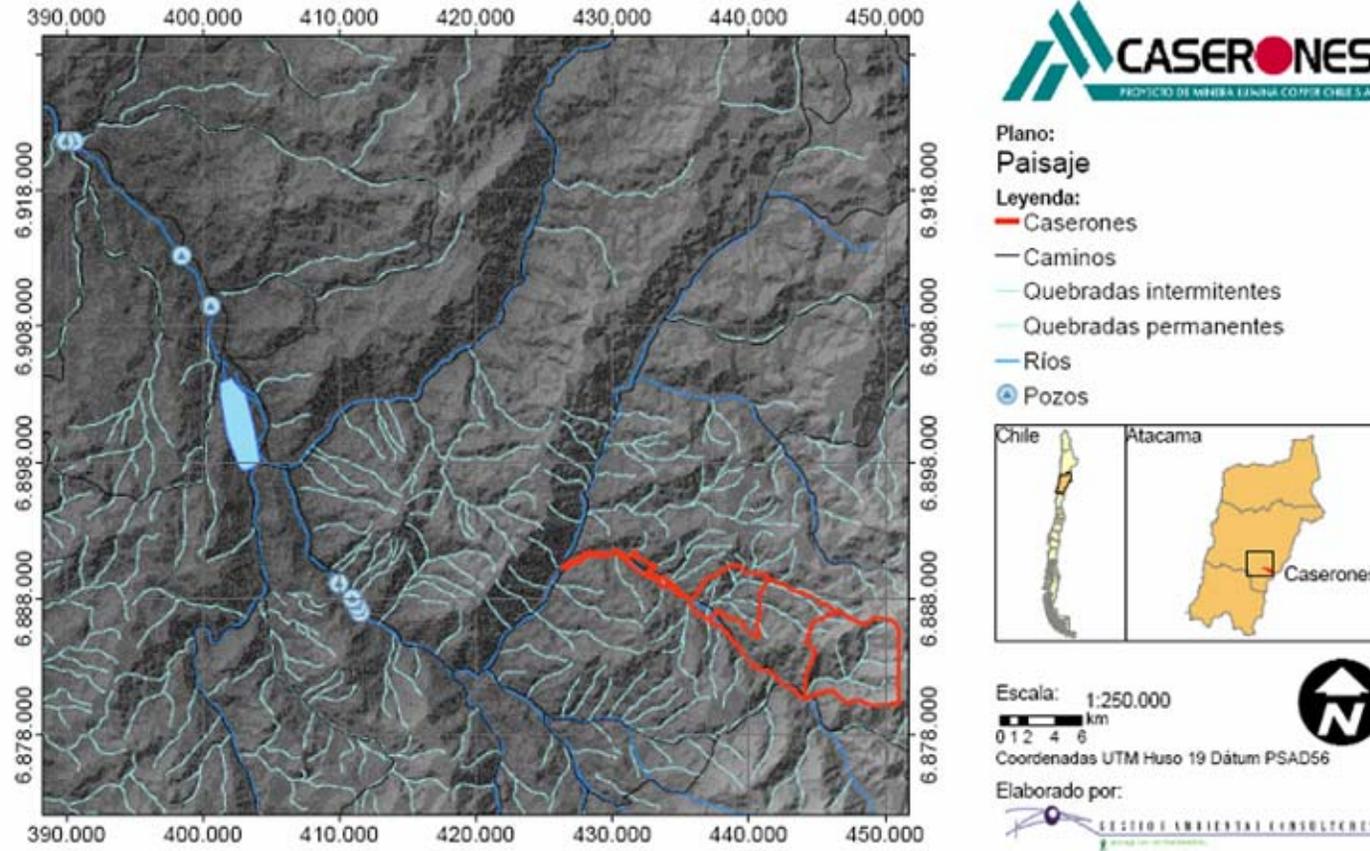


Figura V-88: Área de Estudio.

V.10.3 Metodología

Para la evaluación del paisaje se siguió la metodología tradicional basada en Factores de Visualización, Inventario de Recursos Visuales y Riqueza del Paisaje. La metodología se presenta en el Anexo V-6.

V.10.4 Inventario de Recursos Visuales

V.10.4.A Sectores Ramadillas Bajo y La Brea

Este sector corresponde a la parte baja del área en que se emplazará el proyecto Caserones, concretamente la parte baja del Río Ramadillas y la Quebrada La Brea.

La zona esta caracterizada por cuencas visuales alargadas de compacidad alta que se descuelgan de Noreste a Suroeste el territorio. Se destaca una alta presencia de pequeñas quebradas intermitentes que nutren el Río Ramadillas.

En esta zona, es posible apreciar formaciones vegetacionales de matorrales que cuando son ribereños presentan mayor complejidad estructural. De fisonomía definida por la dominancia de especies arbustivas de diferentes tamaños, presenta marcadas diferencias de composición y estructura en función de las características del relieve, el sustrato, y la exposición. Pueden diferenciarse dos subgrupos Matorrales ribereños; y Matorrales de terraza y de laderas donde destaca la presencia de *Fabianas*.

Un gran contraste entre verdes y amarillos se produce entre ambas unidades vegetacionales anterior, pues las laderas de los cerros presentan además una matriz árida de hierbas perennes y bajas, y arbustos achaparrados, con ramas imbricadas de una cobertura mayor al 60%. En esta ecotonía se presentan importantes recursos ecosistémicos, ya que se congregan espacios relativamente importantes como nicho, o bien como hábitat para micro y macro fauna del sector, constituyendo centros de diversidad vegetal.

Puntos de Interés Escénico: Se identificaron 5 proyecciones visuales como puntos de interés escénicos, que se distribuyen en el sector como sigue (Anexo V-6):

- Sector de acceso al Proyecto
- Porción Media del Río Ramadilla
- Porción Alta del Río Ramadilla
- Inicio Quebrada de la Brea
- Fondo de Quebrada de la Brea

Marcas Visuales: Las marcas visuales están dadas por:

- La formación vegetal de *Fabianas*, que por su particular morfología llaman ampliamente la atención.
- Los afloramientos rocosos, en especial cuando estos tienen una fuerte coloración arcillosa.
- El camino.
- Los parches verdes brillantes que producen las llaretas, ubicadas en zonas de pendientes suaves sobre el sector de vegas en la Quebrada de la Brea
- Los parches amarillos donde las hierbas perennes se vuelven un factor dominante visualmente.
- A modo particular, llama la atención además, una cruz dejada cerca de la ladera de un cerro debido a algún sondaje o exploración.

Alteraciones Mayores: En general, el paisaje es una porción territorial que no posee mayores intervenciones, ni alteraciones fuera del camino, el campamento y el parche de *Escallonias murteida* quemadas.

Cursos de Agua: Cursos de agua de significancia visual corresponden a esteros que fluyen por medio de las quebradas intermitentes y el río Ramadillas.

Cubiertas Vegetales: La vegetación se hace presente con más densidad en la parte baja de los cerros, con un matorral ribario que envuelve el curso de agua presente. En las laderas de exposición surponiente está caracterizada por un matorral bajo con alta presencia del género de *Fabianas*, las que se agrupan en parches de poca densidad. En las laderas opuestas este matorral adquiere mayor densidad. A medida que se asciende en altura las formaciones vegetacionales dan paso a una pradera *de stipa* y hierbas perennes. En el valle de quebradas, en sectores con más altura, se presentan hierbas en cojín características de vegas altoandinas.

Áreas Singulares: En esta zona se pueden definir como áreas singulares, las laderas ponientes con afloramientos rocosos, ya que presentan un alto valor estético y ecológico al ser refugio de la fauna del sector. Se destaca el avistamiento de vizcachas.

V.10.4.B Sector Ramadillas Alto

En este sector existe una matriz de gran relevancia ecológica, que corresponde a vegas de altura. Estos sistemas ecológicos presentan una vegetación característica de suelos de montaña que poseen un elevado y permanente contenido de humedad.

En el sector inferior de esta zona, es posible apreciar formaciones vegetacionales bajas de praderas, con una cobertura mayor al 50%, sobre una superficie suave y muy poco modelada por las pendientes e interrumpida por un curso de agua intermitente que aflora y se esconde en surcos de escaso tamaño, decorados con líquenes y plantas acuáticas.

En esta ecotonía se presentan líneas de afloramientos rocosos que descienden por las quebradas hasta intersectar el río, en esta cuenca alargadas, encajonadas y reducidas se congregan espacios relativamente importantes como nicho, y hábitat para micro y macro fauna del sector, constituyendo corredores de diversidad vegetal y un recurso forrajero importante para camélidos.

La forma de la cuenca visual aumenta su fragilidad, al ser una cuenca alargada y reducida, encajonada por laderas dialogantes, con afloramientos rocosos en el sector inferior, en las laderas este.

Puntos de Interés Escénico: Se identificaron cuatro proyecciones visuales de incidencia escénica en el sector, todas de carácter positivo. Corresponden a las vistas panorámicas que es posible obtener desde:

- El punto más bajo del camino para este sector.
- Las siete curvas.
- La quebrada ubicada al norte del camino.
- El punto más alto del camino para este sector.

Marcas Visuales: Las marcas visuales del sector están dibujadas por los parches verdes brillantes que producen las llaretas, ubicadas en zonas de pendientes suaves sobre el sector de vegas y los parches amarillos donde las hierba perennes se vuelven un factor dominante visualmente.

Alteraciones Mayores: No existen alteraciones más que el camino en el sector, la zona se presenta bastante prístina y con alta naturalidad.

Cursos de Agua: Existe un curso de agua intermitente, que corre por el sector de las vegas y que se esconde entre los surcos de ésta aflorando cuenca abajo y volviéndose a esconder.

Cubiertas Vegetales: Las cubiertas vegetales de las laderas están representadas por una formación arbustiva asociada a una estrata herbácea típica de altura. En el valle de la quebrada se presentan hierbas en cojín características de vegas altoandinas.

Áreas Singulares: En la zona inferior de la cuenca se encuentra un área que se podría clasificar como un área singular, debido a su angostura y presencia de roca, donde es posible tener avistamientos de vizcachas.

V.10.4.C Sector Caserones

El sector Caserones se emplaza en un páramo altoandino. Estos sectores yermos y desabrigados están caracterizados por grandes laderas formadas por acarreos de rocas pequeñas y planas de colores rojizos y grises.

Estas áreas se encuentran en su mayoría desprovistas de vegetación, debido a las condiciones altitudinales y climáticas que se presentan en la zona, y sólo es posible apreciar, en las zonas más bajas pequeños parches de matorrales y áreas modificadas por el trazado del camino.

En estos sectores se presenta el contraste cordillerano más importante, que es el que se da entre las laderas rojizas y grises de los cerros, y las nieves que se depositan en sus cumbres ya sea en forma esporádica o permanente.

Importantes figuras geométricas se dibujan en la zona, enriqueciendo la morfología del lugar, a los penitentes modelados por la nieve y el viento, se suman conos de deyección y laderas verticales de rocas que aparecen conforme uno se desplaza por el camino. Con el desplazamiento hacia el Este es posible obtener una gran accesibilidad visual de los valles que se descuelgan en esa orientación, donde es posible apreciar la gran paleta de colores que interviene en la modelación de estos lugares.

Puntos de Interés Escénico: Todo el sector alto se identifica como un sector de gran incidencia escénica. En este sentido, son destacables las laderas del sector norte cercanas al camino donde se encuentran pequeños penitentes que aportan con su geometría una riqueza visual al paisaje, las laderas del sector este, que resultan ser un recurso impresionante por su tamaño y fuerte modelamiento que las hace erguirse muchas veces de forma vertical (pendiente de 90°).

Marcas Visuales: Las marcas visuales del sector están dibujadas principalmente por los caminos y el sondaje minero tanto de éste proyecto como de otros que se encuentran localizados en el lugar.

Alteraciones Mayores: No existen alteraciones mayores en el sector, fuera de los caminos, la zona se presenta bastante prístina y con alta naturalidad.

Cursos de Agua: Existe un curso de agua que proviene del derretimiento de las nieves y que nutre el embalse artificial que se describió anteriormente.

Cubiertas Vegetales: Debido a las condiciones climáticas y altitudinales la mayor parte de la zona se presenta descubierta de vegetación.

Áreas Singulares: Todo el sector de altura por la combinación de su belleza, la vocación minera que está teniendo con emplazamientos bastante cercanos y la accesibilidad panorámica que presenta corresponde a un área singular en sí misma.

V.10.4.D Sector Valle

El Sector Valle incluye el área entre el río Pulido y la ruta C-453, y entre el río Copiapó y la ruta C-35, desde Iglesia Colorada hasta el Sector Cerrillos.

El sector, según información procedente del MINVU 2007, es catalogado con un sector turístico, por lo que cualquier influencia sobre el matorral ribarío aledaño que altere el paisaje se dejará sentir en la percepción de observadores.

Puntos de interés escénico: Se identificaron 2 proyecciones visuales como puntos de interés escénicos. No existieron puntos negativos. Los puntos fueron de carácter positivo y corresponden a vistas del cajón, embalse Lautaro y paisajes agrarios.

Marcas Visuales: Las marcas visuales están dadas por la línea del río y los caminos que atraviesan el cajón.

Alteraciones Mayores: A rasgos generales el paisaje es una porción territorial con una fuerte intervención antrópica dada principalmente por la agricultura.

Cursos de Agua: El principal cuerpo es el río Pulido, Copiapó y el Embalse Lautaro.

Cubiertas Vegetales: La cobertura vegetal está dada principalmente por el matorral ribarío y por las coberturas agrícolas principalmente de parronales.

V.10.5 **Análisis de Visibilidad**

Para el análisis de visibilidad se escogieron 10 puntos de observación, coincidentes con los puntos de interés escénicos. Esto, con motivo de determinar el grado de visibilidad de los distintos sectores que serán intervenidos por el proyecto. Los resultados de este análisis se encuentran en el Anexo V-6.

V.10.6 Riqueza del Paisaje

V.10.6.A Calidad Visual

A continuación se presenta una tabla resumen con los parámetros evaluados y los valores asignados para la determinación de esta variable en cada uno de los sectores analizados.

Tabla V-87. Matriz de Cálculo de Calidad Visual.

Factor	Características	Valores	Pesos	Total			
				Sectores Ramadillas Bajo y La Brea	Sector Ramadillas Alto	Sector Caserones	Sector Valle
Densidad Vegetación	Sin vegetación		1	2	2	1	2
	Matorral disperso		2				
	Matorral denso		3				
Contraste Vegetación	Diversidad Alta	Alto	3	2	3	3	3
	Diversidad Media	Medio	2				
	Diversidad Baja	Bajo	1				
Altura Vegetación	Rastreras	Baja	1	2	2	1	2
	Arbustos	Media	2				
	Árboles	Alta	3				
Pendiente	0-6°	Semiplano	1	1	2	3	1
	6,1-11°	Medio	2				
	11,1-89°	Abrupto	3				
Singularidad	Unicidad del paisaje	Muy Alta	4	3	4	4	2
		Alta	3				
		Media	2				
		Baja	1				
	Contraste fondo escénico	Muy Alta	4	3	3	4	2
		Alta	3				
		Media	2				
		Baja	1				
Visualización	Simple	Alta	3	3	3	3	2
	Medio	Media	2				
	Complejo	Baja	1				

Factor	Características	Valores	Pesos	Total			
				Sectores Ramadillas Bajo y La Brea	Sector Ramadillas Alto	Sector Caserones	Sector Valle
Accesibilidad Visual	Distancia a red vial y población 0-200 m	Alta	3				
	Distancia a red vial y población 200-800 m	Media	2	1	1	1	3
	Distancia a red vial y población 800-2600 m	Baja	1				
Interacción y Dominancia		Baja	1				
		Media	2	3	3	3	2
		Alta	3				
Presencia de Carretera	Presencia	(-)	2	-1	-1	-1	-2
	Ausencia	(-)	1				
Presencia Población	Presencia	(-)	2	-1	-1	-1	-2
	Ausencia	(-)	1				
Presencia de Basura	Presencia	(-)	2	-1	-1	-1	-1
	Ausencia	(-)	1				
Presencia de Industrias	Presencia	(-)	2	-1	-1	-1	-1
	Ausencia	(-)	1				
Presencia de Puertos	Presencia	(-)	2	-1	-1	-1	-1
	Ausencia	(-)	1				
Total Calidad Visual del Paisaje		Alta	>17				
		Media	9-16	15	18	18	12
		Baja	0-8				

V.10.6.B Fragilidad Visual

A continuación se presenta una tabla resumen con los parámetros evaluados y los valores asignados para la determinación de esta variable en cada uno de los sectores analizados.

Tabla V-88. Matriz de Cálculo de Fragilidad Visual.

Factor	Características	Valores	Pesos	Total			
				Sectores Ramadillas Bajo y La Brea	Sector Ramadillas Alto	Sector Caserones	Sector Valle
Vegetación y usos de suelo	Sin vegetación		3	2	2	3	2
	Matorral disperso		2				
	Matorral denso		1				
Pendiente	0-6°	Semiplano	1	1	3	3	1
	6,1-11°	Medio	2				
	11,1-89°	Abrupto	3				
Singularidad		Muy Alta	4	3	4	4	2
		Alta	3				
		Media	2				
		Baja	1				
Complejidad	Simple	Alta	3	2	3	2	2
	Medio	Media	2				
	Complejo	Baja	1				
Accesibilidad Visual	Distancia a red vial y población 0-200 m	Alta	3	1	1	1	3
	Distancia a red vial y población 200-800 m	Media	2				
	Distancia a red vial y población 800-2600 m	Baja	1				
Síntesis de la Fragilidad Visual del paisaje		Baja	0-7	9	13	13	10
		Media	8-13				
		Alta	>13				

V.10.7 Conclusiones

Los Sectores Ramadillas Bajo y La Brea presentan una calidad visual media. Por otro lado, el Sector Ramadillas Alto y el Sector Caserones presentan una calidad visual alta y constituyen paisajes cordilleranos de gran valor escénico y singularidad ecológica. Uno de los elementos más sensibles es la presencia de cursos de agua y de vegas andinas

(sistemas ecológicos que presentan una vegetación característica de suelos de montaña con elevado y permanente contenido de humedad).

Pese a que la singularidad del paisaje es alta, el acceso y afluente de observadores es bajo, lo que disminuiría el grado de afección del paisaje frente a potenciales impactos. El proyecto de trazado del Sendero de Chile, si bien se encuentra cercano al área del proyecto, la visibilidad desde él no involucra ninguna obra del proyecto.

Sin perjuicio de lo anterior, hay que tener en cuenta que en cuanto a la funcionalidad del paisaje, este cumple un rol conector entre los diversos ecosistemas y que la conectividad de ecosistemas singulares que existen en el sector puede verse afectada por la magnitud del proyecto.

De acuerdo al análisis realizado, se concluye que en el área del proyecto no se afectan directamente lugares turísticos, aunque sí se ven afectados lugares de alto valor paisajístico, que poseen escaso y casi nulo afluente de observadores.

Estos paisajes, son singulares debido a que cumplen muchas funciones ya que almacenan agua, y ecosistemas singulares. Son paisajes propios de sistemas cordilleranos sensibles, tanto por su belleza como por su función y significado.

Respecto a la fragilidad visual, los Sectores Ramadillas Bajo y La Brea presenta una fragilidad visual media. El punto más crítico, en términos de impacto al paisaje, esta dado principalmente por la intervención de los afloramientos rocosos singulares de este paisaje. Estos sectores poseen una gran excentricidad y agregación espacial y son lugares de avistamiento y hábitat de muchas especies animales (corredores biológicos).

Por otra parte el Sector Ramadillas Alto y el Sector Caserones también presentan una fragilidad visual media, donde los posibles impactos a prever en esta zona se encuentra relacionados con la intervención estructural de vegas altoandinas y de un corredor ecológico.

Pese a que la singularidad del paisaje en el Sector Valle es media, este es reconocido como un corredor turístico. Además, la vegetación ribereña, ecotono entre hábitat terrestre y acuático, desempeña funciones ecosistémicas importantes, debido a su influencia sobre la estructura, productividad y funcionamiento de sistemas. Este ecotono incide directamente sobre la biocomplejidad de los ecosistemas fluviales, en particular con los grupos funcionales y la estructura de las tramas tróficas.

Respecto a la fragilidad visual, el Sector Valle presenta una fragilidad visual media. Sin embargo, desde una perspectiva ecosistémica corresponde a un sector crítico para los impactos por su incidencia en la regulación hídrica de la zona.

V.10.8 Valoración Ambiental

Las características del área del proyecto en términos de su calidad y fragilidad visual hacen que la valoración del componente ambiental Paisaje sea 8, es decir, una relevancia alta (ver V.11 Valoración de los Componentes Ambientales, más adelante).

V.11. Valoración de los Componentes Ambientales

El Valor Ambiental fue calificado en una escala de 0 a 10 según lo indicado en la Tabla V-89. Para valorar cada componente ambiental, que será potencialmente afectado por el proyecto, se evaluó si estos eran únicos, escasos o representativos en el área del proyecto.

Tabla V-89. Escala de Valor Ambiental para los Componentes Ambientales.

Valoración	Relevancia
0	Nula
1 - 3	Baja
4 - 6	Moderada
7 - 8	Alta
9 - 10	Muy alta

Los componentes ambientales presentes en las áreas de influencia del proyecto, susceptibles de ser afectados por las actividades del proyecto, y su valoración ambiental se presentan en la Tabla V-90.

Tabla V-90. Identificación de Variables Ambientales y Nivel de Relevancia.

Medio	Componente Ambiental	Valoración	Relevancia
Físico	Calidad del Aire	-	-
	Geomorfología	5	Moderada
	Suelos	2	Baja
	Hidrogeología y Calidad de Aguas Subterráneas	-	-
	Hidrología y Calidad de Aguas Superficiales	-	-
	Ruido	-	-
Biótico	Vegetación	10	Muy Alta
	Flora	10	Muy Alta

Medio	Componente Ambiental	Valoración	Relevancia
	Fauna	10	Muy Alta
	Limnología	10	Muy Alta
Humano	Dimensión Geográfica	7	Alta
	Dimensión Demográfica	8	Alta
	Dimensión Antropológica	8	Alta
	Dimensión Socioeconómica	8	Alta
	Bienestar Social Básico	6	Moderada
Construido	Red vial	5	Moderada
	Infraestructura	-	-
Patrimonio Cultural	Arqueología	10	Muy Alta
	Paleontología	10	Muy Alta
Paisaje	Paisaje	8	Alta

ANEXOS

Anexo V-1 Geología

Anexo V-2 Vegetación y Flora

Anexo V-3 Limnología

Anexo V-4 Arqueología

Anexo V-5 Paleontología

Anexo V-6 Paisaje

Anexo V-7 Hidrogeología

Anexo V-8 Calidad de Aguas