



CENTINELA
ANTOFAGASTA MINERALS

Capítulo 3

Línea de Base

EIA Desarrollo Minera Centinela

Región Antofagasta

Mayo, 2015

Preparado por:

Gestión Ambiental Consultores S.A
Padre Mariano 103 Of. 307
7500499, Providencia, Chile
Fono: +56 2 2719 5600
Fax: +56 2 2235 1100
www.gac.cl



ÍNDICE

3. CAPÍTULO 3 LÍNEA DE BASE	1
3.1. Introducción	1
3.1.1 Ubicación geográfica del Proyecto	3
3.1.2 Determinación de Áreas de Influencia	9
3.2. Medio Físico - Atmósfera.....	10
3.2.1 Clima y Meteorología.....	10
3.2.1.1 Introducción	10
3.2.1.2 Metodología.....	10
3.2.1.3 Resultados.....	10
3.2.1.4 Conclusiones	55
3.2.2 Calidad del Aire	57
3.2.2.1 Introducción	57
3.2.2.2 Metodología.....	57
3.2.2.3 Resultados.....	58
3.2.2.4 Conclusiones	63
3.2.3 Niveles de Ruido.....	65
3.2.3.1 Introducción	65
3.2.3.2 Metodología.....	65
3.2.3.3 Resultados.....	66
3.2.3.4 Conclusiones	76
3.2.4 Luminosidad	77
3.2.4.1 Introducción	77
3.2.4.2 Metodología.....	78
3.2.4.3 Resultados.....	78
3.2.4.4 Conclusiones	91
3.2.5 Intensidad de los Campos Electromagnéticos	92
3.2.5.1 Introducción	92
3.2.5.2 Metodología.....	92
3.2.5.3 Resultados.....	93
3.2.5.4 Conclusiones	94
3.3. Medio Físico - Litósfera	95
3.3.1 Geología	95
3.3.1.1 Introducción	95
3.3.1.2 Metodología.....	95
3.3.1.3 Resultados.....	95
3.3.1.4 Conclusiones	104
3.3.2 Geomorfología.....	105
3.3.2.1 Introducción	105
3.3.2.2 Metodología.....	105
3.3.2.3 Resultados.....	105

3.3.2.4	Conclusiones	114
3.3.3	Riesgos geológicos y geomorfológicos	115
3.3.3.1	Introducción	115
3.3.3.2	Metodología	115
3.3.3.3	Resultados	115
3.3.3.4	Conclusiones	121
3.3.4	Caracterización Físico-Química del Suelo	122
3.3.4.1	Introducción	122
3.3.4.2	Metodología	122
3.3.4.3	Resultados	122
3.3.4.4	Conclusiones	137
3.3.5	Nivel de Vibraciones	138
3.3.5.1	Introducción	138
3.3.5.2	Metodología	138
3.3.5.3	Resultados	139
3.3.5.4	Conclusiones	143
3.4.	Medio Físico – Hidrósfera – Recursos Hídricos Continentales	145
3.4.1	Hidrología	145
3.4.1.1	Introducción	145
3.4.1.2	Metodología	145
3.4.1.3	Resultados	145
3.4.1.4	Conclusiones	153
3.4.2	Hidrogeología	154
3.4.2.1	Introducción	154
3.4.2.2	Metodología	154
3.4.2.3	Resultados	154
3.4.2.4	Conclusiones	164
3.5.	Medio Físico – Hidrósfera – Recursos Hídricos Marinos	167
3.5.1	Corrientes, Mareas y Oleaje (Oceanografía Física)	167
3.5.1.1	Introducción	167
3.5.1.2	Metodología	167
3.5.1.3	Resultados	168
3.5.1.4	Conclusiones	168
3.5.2	Calidad del Agua y Sedimentos (Oceanografía Química)	169
3.5.2.1	Introducción	169
3.5.2.2	Metodología	169
3.5.2.3	Resultados	170
3.5.2.4	Conclusiones	170
3.6.	Medio Físico - Glaciares	175
3.7.	Ecosistemas Terrestres	176
3.7.1	Descripción y análisis del Suelo	176
3.7.1.1	Introducción	176

3.7.1.2	Metodología	176
3.7.1.3	Resultados	180
3.7.1.4	Conclusiones	189
3.7.2	Plantas (Flora y Vegetación)	191
3.7.2.1	Introducción	191
3.7.2.2	Metodología	191
3.7.2.3	Resultados	201
3.7.2.4	Conclusiones	216
3.7.3	Hongos	217
3.7.3.1	Introducción	217
3.7.3.2	Metodología	217
3.7.3.3	Resultados	223
3.7.3.4	Conclusiones	230
3.7.4	Animales Silvestres (Fauna).....	231
3.7.4.1	Introducción	231
3.7.4.2	Metodología	231
3.7.4.3	Resultados	252
3.7.4.4	Conclusiones	272
3.8.	Ecosistemas Acuáticos Continentales (Limnología)	275
3.9.	Ecosistemas Marinos	276
3.9.1	Calidad del Agua y Sedimentos (Oceanografía Química)	276
3.9.2	Biota (Oceanografía Biológica).....	277
3.9.2.1	Introducción	277
3.9.2.2	Metodología	277
3.9.2.3	Resultados	278
3.9.2.4	Conclusiones	278
3.10.	Elementos Naturales y Artificiales del Patrimonio Cultural	293
3.10.1	Patrimonio Histórico	293
3.10.1.1	Introducción	293
3.10.1.2	Metodología	293
3.10.1.3	Resultados	293
3.10.1.4	Conclusiones	297
3.10.2	Patrimonio Arqueológico	301
3.10.2.1	Introducción	301
3.10.2.2	Metodología	301
3.10.2.3	Resultados	302
3.10.2.4	Conclusiones	304
3.10.3	Patrimonio Paleontológico	306
3.10.3.1	Introducción	306
3.10.3.2	Metodología	306
3.10.3.3	Resultados	307
3.10.3.4	Conclusiones	309

3.11.	Paisaje	311
3.11.1	Introducción	311
3.11.2	Metodología	311
3.11.3	Resultados	316
3.11.3.1	Descripción Basal del Paisaje	316
3.11.3.2	Determinación de los Puntos de Observación	317
3.11.3.3	Delimitación de las Cuencas Visuales y análisis de Intervisibilidad	319
3.11.3.4	Identificación de las Unidades de Paisaje	327
3.11.3.5	Calidad Visual	335
3.11.4	Conclusiones	335
3.12.	Áreas Protegidas y Sitios Prioritarios	337
3.12.1	Introducción	337
3.12.2	Metodología	337
3.12.3	Resultados	337
3.12.3.1	Áreas Protegidas	337
3.12.3.2	Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad	340
3.12.4	Conclusiones	340
3.13.	Atractivos Naturales o Culturales (Turismo)	342
3.13.1	Introducción	342
3.13.2	Metodología	342
3.13.3	Resultados	343
3.13.4	Conclusiones	366
3.14.	Uso del Territorio	368
3.14.1	Descripción de Uso de Suelo y de la Capacidad de Uso de Suelo	368
3.14.1.1	Introducción	368
3.14.1.2	Metodología	368
3.14.1.3	Resultados	368
3.14.1.4	Conclusiones	369
3.14.2	Instrumentos de Planificación Territorial	370
3.14.2.1	Introducción	370
3.14.2.2	Metodología	370
3.14.2.3	Resultados	370
3.14.2.4	Conclusiones	375
3.14.3	Actividades Económicas y Productivas	376
3.14.3.1	Introducción	376
3.14.3.2	Metodología	376
3.14.3.3	Resultados	376
3.14.3.4	Conclusiones	379
3.14.4	Infraestructura y Equipamiento	380
3.14.4.1	Introducción	380
3.14.4.2	Metodología	380
3.14.4.3	Resultados	381

3.14.4.4	Conclusiones	390
3.15.	Medio Humano	391
3.15.1	Introducción	391
3.15.2	Metodología	391
3.15.3	Resultados	393
3.15.3.1	Comuna de Sierra Gorda – Localidad de Sierra Gorda	393
3.15.3.2	Comuna de María Elena.....	414
3.15.3.3	Comuna de Mejillones – Localidad de Michilla	415
3.15.4	Conclusiones	446
3.16.	Proyectos que cuenten con RCA vigente.....	449
3.16.1	Introducción	449
3.16.2	Metodología	449
3.16.3	Resultados	449
3.16.4	Conclusiones	468

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3–1: Coordenadas referenciales de los sectores del Proyecto.....	9
Tabla 3–2: Estaciones meteorológicas Sector Mina-Planta.....	12
Tabla 3–3: Distribución porcentual de los registros según dirección y velocidad de viento en estación Esperanza Sur.....	14
Tabla 3–4: Distribución porcentual de los registros según dirección y velocidad de viento en estación Encuentro.....	15
Tabla 3–5: Variación de la velocidad (m/s) del viento a lo largo de 24 horas durante el año 2011 en la red de monitoreo Sector Mina-Planta.....	27
Tabla 3–6: Direcciones de viento predominantes a lo largo de 24 horas en la red de monitoreo Sector Mina-Planta.....	30
Tabla 3–7: Rosas de viento período diurno en estaciones Sector Mina-Planta.....	31
Tabla 3–8: Rosas de viento período nocturno en estaciones Sector Mina-Planta.....	32
Tabla 3–9: Variación diaria de la temperatura (°C) en estaciones Sector Mina-Planta.....	34
Tabla 3–10: Variación diaria de la humedad relativa (%) en estaciones Sector Mina-Planta.....	35
Tabla 3–11: Variación diaria de la presión atmosférica (mbar) en estaciones Centinela Óxidos y Descampado.....	36
Tabla 3–12: Estación Meteorológica área media Sector Ductos.....	39
Tabla 3–13: Resumen de variables meteorológicas disponibles en estación Antucoya I.....	40
Tabla 3–14: Estación Meteorológica Sector Muelle Esperanza.....	44
Tabla 3–15: Resumen de variables meteorológicas disponibles en estación Poblado Michilla.....	45
Tabla 3–16: Frecuencia porcentual según dirección y velocidad del viento.....	46
Tabla 3–17: Normas chilenas primarias de calidad del aire ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$).....	57
Tabla 3–18: Estaciones de calidad del aire en Sierra Gorda.....	59
Tabla 3–19: Promedio anual y percentil 98 de concentración de MP10 diario en estaciones en Sierra Gorda ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$).....	59
Tabla 3–20: Promedio anual y percentil 98 de concentración de MP2,5 diario en estación Poblado Sierra Gorda ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).....	60
Tabla 3–21: Concentración de gases medida en estación Poblado Sierra Gorda. Período abril 2011–marzo 2012.....	61
Tabla 3–22: Promedio anual y percentil 98 de concentración de MP10 diario en estación Poblado Michilla ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$).....	62
Tabla 3–23: Promedio anual y percentil 98 de concentración de MP2,5 diario en estación Poblado Michilla ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).....	62
Tabla 3–24: Concentración de gases medida en la estación Poblado Michilla. Período julio 2011–junio 2012.....	63
Tabla 3–25: Ubicación y descripción de puntos de medición.....	68
Tabla 3–26: Zonificación y niveles máximos permisibles de NPC, según el D.S. N° 38/2011 del MMA, para cada punto.....	72
Tabla 3–27: Valores de NPS, en dB(A)-Lento y fuentes de ruido presentes en la medición. Periodo diurno.....	72

Tabla 3–28: Valores de NPS, en dB(A)-Lento y fuentes de ruido presentes en la medición. Periodo nocturno.....	74
Tabla 3–29: Niveles máximos permisibles de NPC, según el D.S. N° 38/2011 del MMA	76
Tabla 3–30: Valores de referencia para Pendientes.....	108
Tabla 3–31: Sismos de magnitud igual o mayor a 7,0° Richter en la Región de Antofagasta (1570 a 2014)	117
Tabla 3–32: Sondajes en Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Esperanza, para caracterización de suelo y subsuelo.....	123
Tabla 3–33: Coordenadas de muestras de metales en suelo, EIA Proyecto Esperanza	124
Tabla 3–34: Cantidad de metales en suelos estudiados para EIA Proyecto Esperanza y estándar holandés de remediación	124
Tabla 3–35: Resumen de posición y pendiente de los puntos de observación tomados en terreno.....	126
Tabla 3–36: Caracterización Perfil 1	127
Tabla 3–37: Caracterización Perfil 2	127
Tabla 3–38: Caracterización Perfil 3	128
Tabla 3–39: Caracterización Perfil 4	128
Tabla 3–40: Caracterización Perfil 5	128
Tabla 3–41: Caracterización Perfil 6	129
Tabla 3–42: Caracterización Perfil 7	129
Tabla 3–43: Caracterización Perfil 8	129
Tabla 3–44: Caracterización Perfil 9	130
Tabla 3–45: Caracterización Perfil 10	130
Tabla 3–46: Caracterización Perfil 11	130
Tabla 3–47: Caracterización Perfil 12	131
Tabla 3–48: Caracterización Perfil 13	131
Tabla 3–49: Caracterización Perfil 14	131
Tabla 3–50: Caracterización Perfil 15	132
Tabla 3–51: Caracterización Perfil 16	132
Tabla 3–52: Caracterización Perfil 17	132
Tabla 3–53: Caracterización Perfil 18	133
Tabla 3–54: Caracterización Perfil 19	133
Tabla 3–55: Caracterización Perfil 20	134
Tabla 3–56: Caracterización Perfil 21	134
Tabla 3–57: Caracterización Perfil 22	134
Tabla 3–58: Caracterización Perfil 23	135
Tabla 3–59: Caracterización Perfil 24	135
Tabla 3–60: Caracterización Perfil 25	135
Tabla 3–61: Caracterización Perfil 26	136
Tabla 3–62: Caracterización Perfil 27	136
Tabla 3–63: Caracterización Perfil 28	136
Tabla 3–64: Caracterización Perfil 29	137
Tabla 3–65: Caracterización Perfil 30	137

Tabla 3–66: Ubicación y descripción de puntos de medición	141
Tabla 3–67: Valores de velocidad de partículas y nivel de velocidad según periodo de medición	143
Tabla 3-68: Parámetros Morfológicos de las subcuencas	146
Tabla 3-69: Estaciones pluviométricas cercanas al área del Proyecto.....	148
Tabla 3-70: Precipitación Media Mensual Estación Calama.....	149
Tabla 3-71: Valores del Coeficiente C.....	150
Tabla 3-72: Caudales Instantáneos Máximos en un Periodo de 24 horas (m ³ /s).....	150
Tabla 3–73: Ubicación y profundidad de las estaciones oceanográficas en Michilla	169
Tabla 3–74: Clases de capacidad de uso y usos adecuados	177
Tabla 3–75: Erosión actual estimada a 2010, comunas de Mejillones, María Elena y Sierra Gorda	182
Tabla 3–76: Erosión potencial estimada a 2010, comunas de Mejillones, María Elena y Sierra Gorda ..	182
Tabla 3–77: Clasificaciones de los pedones identificados.....	187
Tabla 3–78: Tabla resumen de sitios de observación de suelo	187
Tabla 3–79: Superficies de Unidades Homogéneas identificadas para el área de influencia	189
Tabla 3–80: Campañas y épocas de muestreo realizado en el área del Proyecto.....	192
Tabla 3–81: Criterios de Clasificación de la Vegetación (uso actual del suelo)	199
Tabla 3–82: Categorías fitosociológicas consideradas en la caracterización de la vegetación y flora	200
Tabla 3–83: Comunidades Potenciales para el Área del Proyecto.....	204
Tabla 3–84: Presencia de individuos agrupados en entorno de alternativa Ruta B-229 y B-233	207
Tabla 3–85: Especies de Flora Vasculares, Sector Mina-Planta.....	210
Tabla 3–86: Especies de Flora Vasculares, Alternativa a Ruta B-229-233.....	211
Tabla 3–87: Especies de Flora Vasculares, Sector Ductos.....	211
Tabla 3–88: Especies de Flora Vasculares, Sector Muelle	213
Tabla 3–89: Coordenadas de ejemplares vivos de <i>Eulychnia iquiquensis</i> , Qda. del Diablo	214
Tabla 3–90: Coordenadas de ejemplares vivos de <i>Nolana balsamiflua</i> , Qda. del Diablo	215
Tabla 3–91: Especies fúngicas formadores de cuerpos fructíferos (macromicetes) registradas en la zona desértica de Chile entre 18° y 30° L.S.	218
Tabla 3–92: Puntos de monitoreo de hongos referenciales, sus coordenadas y características topográficas, edáficas y vegetacionales.....	222
Tabla 3–93: Campañas y épocas de muestreo realizado en el área del Proyecto.....	232
Tabla 3–94: Esfuerzo de muestreo para el registro de reptiles	243
Tabla 3–95: Esfuerzo de muestreo de aves.....	244
Tabla 3–96: Esfuerzo de muestreo para el registro de macromamíferos	245
Tabla 3–97: Esfuerzo de muestreo para el registro de micromamíferos	246
Tabla 3–98: Categorías y definiciones utilizadas para clasificación de fauna según origen	247
Tabla 3–99: Categorías de conservación para los procesos 1º, 2º, 3º y 4º del RCE	248
Tabla 3–100: Categorías de conservación del 5º, 6º, 7º, 8º, 9º y 10º proceso del RCE	249
Tabla 3–101: Categorías de conservación del Reglamento de la Ley de Caza	250
Tabla 3–102: Categorías de Movilidad según SAG, 2004	251
Tabla 3–103: Aves registradas en Sector Mina-Planta.....	257
Tabla 3–104: Macromamíferos registrados en Sector Mina-Planta.....	259
Tabla 3–105: Reptil registrado en Sector Ductos.....	261

Tabla 3–106: Aves registradas en el Sector Ductos	262
Tabla 3–107: Mamífero registrado en Sector Ductos	264
Tabla 3–108: Reptiles registrados en Sector Muelle	265
Tabla 3–109: Aves registradas en el Sector Muelle.....	267
Tabla 3–110. Densidad estimada de aves registradas en terreno en Sector Muelle	270
Tabla 3–111: Resumen de hallazgos de fauna por Sector	271
Tabla 3–112: Especies de relevancia identificadas	274
Tabla 3–113: Presencia histórica en el sector de Michilla de especes de importancia comercial, hasta campaña julio 2014	284
Tabla 3–114: Calidad Visual del Paisaje Según Atributos Biofísicos, Estructurales y Estéticos, zona Norte grande.....	313
Tabla 3–115: Categorías de Calidad Visual.....	314
Tabla 3–116: Ubicación Puntos de Observación	317
Tabla 3–117: Calidad Visual de las unidades de paisaje.....	335
Tabla 3–118: Ejes del Plan Nacional de Sernatur y Objetivos del PLADETUR de Antofagasta	344
Tabla 3–119: Catastro de Atractivos Turísticos, comuna de Sierra Gorda.....	347
Tabla 3–120: Catastro de Atractivos Turísticos, comuna de María Elena	352
Tabla 3–121: Catastro de Atractivos Turísticos, comuna de Mejillones	355
Tabla 3–122: Servicios de Alojamiento Turístico comuna de Mejillones	366
Tabla 3–123: Instrumentos aplicables a las comunas donde se emplaza el Proyecto	370
Tabla 3–124: Patentes industriales por Rubro, al año 2011	379
Tabla 3–125: Clasificación de la red vial en el área del Proyecto	383
Tabla 3–126: Establecimientos Educacionales en el área de estudio	389
Tabla 3–127: Establecimientos de Salud en el área de estudio	390
Tabla 3–128: Campañas de terreno Medio Humano 2014	392
Tabla 3–129: Población Económicamente Activa, comuna de Sierra Gorda	399
Tabla 3–130: Población Inactiva, comuna de Sierra Gorda.....	400
Tabla 3–131: Población de 15 años o más ocupada según Rama de Actividad y principales actividades según Código de Actividad Económica, comuna de Sierra Gorda	401
Tabla 3–132: Población de 15 años o más según Categoría Ocupacional, comuna de Sierra Gorda	402
Tabla 3–133: Población analfabeta según sexo, comuna de Sierra Gorda.....	402
Tabla 3–134: Años de escolaridad por grupos quinquenales de edad, comuna de Sierra Gorda	403
Tabla 3–135: Comuna de residencia habitual según sexo año 2002, comuna de Sierra Gorda	403
Tabla 3–136: Comuna de residencia 1997 según sexo, comuna de Sierra Gorda	403
Tabla 3–137: Monumentos Históricos, localidad de Sierra Gorda.....	405
Tabla 3–138: Pertenencia a pueblos indígenas según sexo, comuna de Sierra Gorda.....	408
Tabla 3–139: Propiedad de vivienda según tipo, comuna de Sierra Gorda	411
Tabla 3–140: Material de las paredes exteriores, comuna de Sierra Gorda	412
Tabla 3–141: Material de piso, comuna de Sierra Gorda	413
Tabla 3–142: Material de cubierta de techos, comuna de Sierra Gorda	413
Tabla 3–143: Origen de la electricidad, comuna de Sierra Gorda	413
Tabla 3–144: Origen del agua, comuna de Sierra Gorda	414

Tabla 3–145: Disponibilidad de servicio higiénico, comuna de Sierra Gorda.....	414
Tabla 3–146: Población Económicamente Activa, localidad de Michilla	422
Tabla 3–147: Población Inactiva, localidad de Michilla	423
Tabla 3–148: Población de 15 años o más ocupada según Rama de Actividad y principales actividades según Código de Actividad Económica, localidad de Michilla	424
Tabla 3–149: Población de 15 años o más según Categoría Ocupacional, localidad de Michilla.....	425
Tabla 3–150: Población analfabeta según sexo, localidad de Michilla.....	425
Tabla 3–151: Años de escolaridad por grupos quinquenales de edad, localidad de Michilla	426
Tabla 3–152: Comuna de residencia habitual según sexo año 2002, localidad de Michilla.....	426
Tabla 3–153: Comuna de residencia 2002 según sexo, localidad de Michilla	427
Tabla 3–154: Comuna de residencia 1997 según sexo, localidad de Michilla	427
Tabla 3–155: Comuna de residencia 1997 según sexo, localidad de Michilla	427
Tabla 3–156: Pertenencia a pueblos indígenas según sexo, comuna de Sierra Gorda.....	434
Tabla 3–157: Desembarques por especie años 2011, 2012 y 2013, Caleta Michilla	436
Tabla 3–158: Propiedad de vivienda según tipo, localidad de Michilla.....	440
Tabla 3–159: Material de las paredes exteriores, localidad de Michilla.....	441
Tabla 3–160: Material de piso, localidad de Michilla.....	441
Tabla 3–161: Material de cubierta de techos, localidad de Michilla.....	442
Tabla 3–162: Origen de la electricidad, localidad de Michilla	442
Tabla 3–163: Origen del agua, localidad de Michilla	443
Tabla 3–164: Disponibilidad de servicio higiénico, localidad de Michilla	446
Tabla 3–165: Proyectos con RCA vigente entorno al presente Proyecto	451
Tabla 3–166: EIA y sus respectivas DIA de modificación de proyecto	463
Tabla 3–167: Impactos significativos de cada EIA con RCA vigente, cercanos al Proyecto.....	466

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3-1: Localización general del Proyecto	2
Figura 3-2: Sector Mina-Planta	3-4
Figura 3-3: Sector Ductos.....	6
Figura 3-4: Sector Muelle	8
Figura 3-5: Ubicación espacial estaciones de monitoreo Sector Mina-Planta y entorno.....	13
Figura 3-6: Rosa de viento estación Esperanza Sur (periodo completo)	15
Figura 3-7: Rosa de viento estación Encuentro (periodo completo).....	17
Figura 3-8: Rosas de viento estación Esperanza Sur y estación Encuentro, 00:00 a 3:00 hrs. y 3:00 a 6:00 hrs.....	18
Figura 3-9: Rosas de viento estación Esperanza Sur y estación Encuentro, 6:00 a 9:00 hrs. y 9:00 a 12:00 hrs.....	20
Figura 3-10: Rosas de viento estación Esperanza Sur y estación Encuentro, 12:00 a 15:00 hrs. y 15:00 a 18:00 hrs.....	22
Figura 3-11: Rosas de viento estación Esperanza Sur y estación Encuentro, 18:00 a 21:00 hrs y 21:00 a 24:00 hrs.....	24
Figura 3-12: Perfil Velocidad de viento promedio horario Estación Esperanza Sur	26
Figura 3-13: Perfil Velocidad de viento promedio horario Estación Encuentro.....	27
Figura 3-14: Explorador de energía eólica – Velocidad del viento a 10 m de altura en Sector Mina-Planta	29
Figura 3-15: Diagrama esquemático que identifica los elementos claves de la circulación nocturna de viento en la zona de Sierra Gorda.....	33
Figura 3-16: Comportamiento horario promedio de la temperatura (°C) en estaciones Descampado y Poblado Sierra Gorda.....	35
Figura 3-17: Radiación Solar promedio horaria (W/m ²), Estación Descampado	38
Figura 3-18: Ubicación Espacial Estación Antucoya I.....	39
Figura 3-19: Temperatura promedio horaria, Estación Antucoya I	41
Figura 3-20: Humedad Relativa promedio horaria, Estación Antucoya I	42
Figura 3-21: Presión Atmosférica promedio horaria, Estación Antucoya I	43
Figura 3-22: Radiación Solar promedio horaria, Estación Antucoya I	44
Figura 3-23: Ubicación Espacial Estación Poblado Michilla	45
Figura 3-24: Rosa de viento Estación Poblado Michilla (Periodo Completo)	47
Figura 3-25: Rosas de viento Estación Poblado Michilla, 00:00 a 3:00 hrs y 3:00 a 6:00 hrs.....	48
Figura 3-26: Rosas de viento Estación Poblado Michilla, 6:00 a 9:00 hrs. y 9:00 a 12:00 hrs.	49
Figura 3-27: Rosas de viento Estación Poblado Michilla, 12:00 a 15:00 hrs. y 15:00 a 18:00 hrs.....	50
Figura 3-28: Rosas de viento Estación Poblado Michilla, 18:00 y 21:00 hrs y 21:00 a 24:00 hrs.	51
Figura 3-29: Perfil velocidad de viento promedio horario Estación Poblado Michilla	52
Figura 3-30: Temperatura promedio horaria, Estación Poblado Michilla	53
Figura 3-31: Humedad Relativa promedio horaria, Estación Poblado Michilla.....	54
Figura 3-32: Presión Atmosférica promedio horaria, Estación Poblado Michilla	55
Figura 3-33: Ubicación de los puntos de medición 1 y 2, Sierra Gorda. Sector Mina-Planta.....	67
Figura 3-34: Ubicación de los puntos de medición 3 al 5, Michilla. Sectores Ductos y Muelle	68

Figura 3-35: Fotografías de los puntos de medición	69
Figura 3-36: Ubicación de puntos y zonificación según Plan Regulador Comunal de Sierra Gorda.....	71
Figura 3-37: Niveles de Presión Sonora (NPS) registrados en horario diurno	73
Figura 3-38: Niveles de Presión Sonora (NPS) registrados en horario nocturno	74
Figura 3-39: Comparación de niveles de presión sonora obtenidos durante los periodos diurno y nocturno	75
Figura 3-40: Fuentes de emisión lumínica y ubicación observatorios en Región de Antofagasta	80
Figura 3-41: Fuentes de Emisión Lumínica, área del Proyecto	81
Figura 3-42: Imagen observatorio ALMA	83
Figura 3-43: Imagen observatorio Cerro Paranal.....	84
Figura 3-44: Imagen observatorio APEX.....	85
Figura 3-45: Imagen observatorio Chajnantor.....	86
Figura 3-46: Imagen observatorio TAO	86
Figura 3-47: Imagen observatorio CCAT	87
Figura 3-48: Imagen observatorio ASTE.....	88
Figura 3-49: Imagen observatorio Cerro Armazones	89
Figura 3-50: Imagen observatorio SPACE	90
Figura 3-51: Imagen observatorio NANTEN2	91
Figura 3-52: Contexto Geológico Regional del Proyecto	96
Figura 3-53: Geología Sector Mina-Planta.....	100
Figura 3-54: Geología Sectores Ductos y Muelle	103
Figura 3-55: Esquema Geomorfológico Regional	107
Figura 3-56: Pisos Altitudinales Sector Mina-Planta	109
Figura 3-57: Pendientes Sector Mina-Planta	110
Figura 3-58: Pisos altitudinales Sectores Ductos y Muelle	112
Figura 3-59: Pendientes Sectores Ductos y Muelle	113
Figura 3-60: Localización de Volcanes en la Región de Antofagasta.....	119
Figura 3-61: Ubicación de los puntos de medición 1 y 2, Sierra Gorda.....	140
Figura 3-62: Ubicación de los puntos de medición 3 al 5, Michilla	141
Figura 3-63: Fotografías de los puntos de medición.....	142
Figura 3-64: Ubicación subcuencas en el área del Proyecto.....	147
Figura 3-65: Precipitación Media Mensual Estación Calama.....	149
Figura 3-66: Hidrología Sectores Ductos y Muelle.....	152
Figura 3-67: Unidades Hidrogeológicas en Sector Mina-Planta	159
Figura 3-68: Hidrogeología en Sectores Ductos y Muelle.....	163
Figura 3-69: Clasificación Interpretativa de las unidades homogéneas del Sector Mina-Planta.....	184
Figura 3-70: Clasificación Interpretativa de las unidades homogéneas del Sector Ductos	185
Figura 3-71: Clasificación Interpretativa de las unidades homogéneas del Sectores Ductos y Muelle....	186
Figura 3-72: Puntos de muestreo campañas Flora y Vegetación, Sector Mina-Planta (1).....	193
Figura 3-73: Puntos de muestreo campañas Flora y Vegetación, Sector Mina-Planta (2), zona empréstitos	194
Figura 3-74: Puntos de muestreo campañas Flora y Vegetación, Sector Ductos (1).....	195

Figura 3-75: Puntos de muestreo campañas Flora y Vegetación, Sector Ductos (2).....	196
Figura 3-76: Puntos de muestreo campañas Flora y Vegetación, Sector Ductos (3), Quebrada del Diablo	197
Figura 3-77: Puntos de muestreo campañas Flora y Vegetación, Sector Muelle.....	198
Figura 3-78: Fisonomía de Desierto de los Aluviones en Mina-Planta.....	206
Figura 3-79: Asociaciones vegetacionales en entorno de alternativa Ruta B-229 y B-233.....	208
Figura 3-80: Vista de zona de empréstitos.....	208
Figura 3-81: Fisonomía de Desierto Interior en el Sector Ductos.....	209
Figura 3-82: Fisonomía de Desierto Costero entorno a Muelle.....	210
Figura 3-83: Especies de Suspiro (Nolana), en alrededores del Muelle.....	213
Figura 3-84: Puntos de muestreo Hongos zona Quebrada del Diablo.....	222
Figura 3-85: Imágenes del Sector Ductos, zona costera.....	224
Figura 3-86: Imágenes del Sector Ductos, zona interior.....	225
Figura 3-87: Imágenes plantas xerófitas en Quebrada del Diablo.....	226
Figura 3-88: Imágenes material vegetal con potencial sustrato para hongos descomponedores.....	227
Figura 3-89: Imágenes de estructuras de criptógamas avistadas durante el monitoreo de hongos.....	229
Figura 3-90: Imágenes micromorfología de criptógamas avistadas durante el monitoreo de hongos.....	230
Figura 3-91: Ambientes de desierto andino (a), absoluto (b) y costero (c).....	235
Figura 3-92: Ubicación de puntos de muestreo en el Sector Mina-Planta (1).....	238
Figura 3-93: Ubicación de puntos de muestreo en el Sector Mina-Planta (2), zona empréstitos.....	239
Figura 3-94: Ubicación de puntos de muestreo en el Sector Ductos (1).....	240
Figura 3-95: Ubicación de puntos de muestreo en el Sector Ductos (2), Quebrada del Diablo.....	241
Figura 3-96: Ubicación de puntos de muestreo en el Sector Muelle.....	242
Figura 3-97: Vista general y estado de los sitios de nidificación de <i>L. modestus</i>	254
Figura 3-98: Registros de nidos de <i>L. modestus</i> por temporadas, en relación al Sector Ductos.....	255
Figura 3-99: <i>Bairtramia longicauda</i> (Batitú, izquierda) y <i>Ardea alba</i> (Garza grande, derecha), registradas en alrededores de Sector Mina-Planta.....	258
Figura 3-100: Carcasa de <i>Oceanites gracilis</i> (Golondrina de mar chica) registrada en Sector Mina-Planta	258
Figura 3-101: <i>Lycalopex culpaeus</i> en Sector Mina-Planta.....	260
Figura 3-102: <i>Microlophus teresioides</i> registrado en la Quebrada del Diablo.....	261
Figura 3-103: <i>Cathartes aura</i> (Jote de cabeza colorada).....	263
Figura 3-104: Reptiles registrados: <i>Microlophus atacamensis</i> (derecha) <i>Microlophus quadrivittatus</i> (Izquierda).....	265
Figura 3-105: Aves registradas en Sector Muelle.....	269
Figura 3-106. Densidad estimada de aves registradas en terreno en Sector Muelle.....	270
Figura 3-107: Comparación de la riqueza de especies en ambientes de fondos blandos, en localidades de la comuna de Mejillones.....	279
Figura 3-108: Comparación de la riqueza de especies por grupos taxonómicos en ambientes de fondos blandos, en localidades de la comuna de Mejillones.....	280
Figura 3-109: Comporación de la abundancia numérica de especies por grupos taxonómicos en ambientes de fondos blandos en localidades de la comuna de Mejillones.....	281

Figura 3-110: Densidad histórica de las dos especies más abundantes del sector de Michilla	285
Figura 3-111: Comparación histórica de riqueza específica entre campañas	291
Figura 3-112: Algunos tipos de fosilización registrados	309
Figura 3-113: Etapas metodológicas.....	311
Figura 3-114: Macrozonas y Subzonas de Paisaje en Chile	312
Figura 3-115: Esquema de trabajo	315
Figura 3-116: Observadores del Paisaje.....	319
Figura 3-117: Cuenca Visual Ruta 5	320
Figura 3-118: Cuenca Visual Ruta 25	322
Figura 3-119: Cuenca Visual Ruta 1	323
Figura 3-120: Cuenca Visual Sierra Gorda	325
Figura 3-121: Cuenca Visual Michilla.....	326
Figura 3-122: Intervisibilidad de los observadores.....	327
Figura 3-123: Unidades de Paisaje	328
Figura 3-124: Imágenes de la Unidad 1	330
Figura 3-125: Imágenes de la Unidad 2	332
Figura 3-126: Imágenes de la Unidad 3	334
Figura 3-127: Monumentos Nacionales	339
Figura 3-128: Áreas Turísticas Prioritarias de la Región de Antofagasta, en relación al Proyecto	346
Figura 3-129: Categoría de atractivos turísticos, comuna de Sierra Gorda.....	347
Figura 3-130: Categoría de atractivos turísticos, comuna de María Elena.....	351
Figura 3-131: Categoría de atractivos turísticos, comuna de Mejillones	355
Figura 3-132: Atractivos Turísticos registrados por SERNATUR.....	359
Figura 3-133: Ex Oficina Salitrera Chacabuco.....	360
Figura 3-134: Llegadas y Pernoctaciones de chilenos y extranjeros a la Región de Antofagasta el año 2013.....	362
Figura 3-135: Llegadas totales a establecimientos de alojamiento turístico por mes en la Región de Antofagasta, según provincia, año 2013.....	363
Figura 3-136: Pernoctaciones totales a los establecimientos de alojamiento turístico por mes en la Región de Antofagasta, según provincia, año 2013.....	363
Figura 3-137: Llegadas y pernoctaciones a establecimientos de alojamiento turístico en la comuna de Mejillones, año 2013.....	364
Figura 3-138: Tasa de Ocupabilidad Regional, año 2013.....	365
Figura 3-139: Zonificación Ambiental del Plan Regional de Desarrollo Urbano	371
Figura 3-140: Plan Regulador Intercomunal del Borde Costero	373
Figura 3-141: Plan Regulador Comunal de Sierra Gorda	375
Figura 3-142: Red vial en el área del Proyecto	382
Figura 3-143: Huellas presentes en el Sector Mina-Planta.....	383
Figura 3-144: Vía Férrea	384
Figura 3-145: Líneas eléctricas de Minera Centinela.....	386
Figura 3-146: Líneas eléctricas en la comuna de Sierra Gorda	386
Figura 3-147: Líneas eléctricas que cruzan el Sector Ductos.....	387

Figura 3-148: Sistemas de abastecimiento de agua potable en el área de estudio	389
Figura 3-149: Red vial localidad de Sierra Gorda	394
Figura 3-150: Pirámide de población por grupos de edad y sexo, Localidad de Sierra Gorda	398
Figura 3-151: Ruta 1 en Michilla	416
Figura 3-152: Red vial localidad de Michilla	417
Figura 3-153: Calles interiores de Michilla	418
Figura 3-154: Pirámide de población por grupos de edad y sexo, localidad de Michilla	421
Figura 3-155: Gimnasio techado Escuela Lucila Godoy Alcayaga	431
Figura 3-156: Posta de salud rural	432
Figura 3-157: Plaza de juegos	432
Figura 3-158: Oferta de servicios aledaños a Ruta 1, Michilla.....	435
Figura 3-159: Escuela Básica Lucila Godoy Alcayaga G-98, Michilla	438
Figura 3-160: Captación agua de mar, Michilla.....	444
Figura 3-161: Planta desaladora, Michilla	445
Figura 3-162: Sectores productivos de los proyectos cercanos al EIA “Desarrollo Minera Centinela”	450
Figura 3-163: Impactos identificados en los EIA con RCA vigente, cercanos al Proyecto	468

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 3-1: Datos Ruido y Vibraciones
- Anexo 3-2: Línea de Base Hidrológica
- Anexo 3-3: Línea de Base Hidrogeológica
- Anexo 3-4: Línea de Base Hidroquímica
- Anexo 3-5: Datos Suelos
- Anexo 3-6: Datos Flora y Vegetación
- Anexo 3-7: Datos Fauna
- Anexo 3-8: Línea de Base Medio Marino
- Anexo 3-9: Informe Histórico
- Anexo 3-10: Línea de Base Arqueológica
- Anexo 3-11: Informe de Sondeos Arqueológicos
- Anexo 3-12: Línea de Base Paleontológica
- Anexo 3-13: Línea de Base comunal Medio Humano
- Anexo 3-14: Bibliografía Línea de Base

3. CAPÍTULO 3 LÍNEA DE BASE

3.1. Introducción

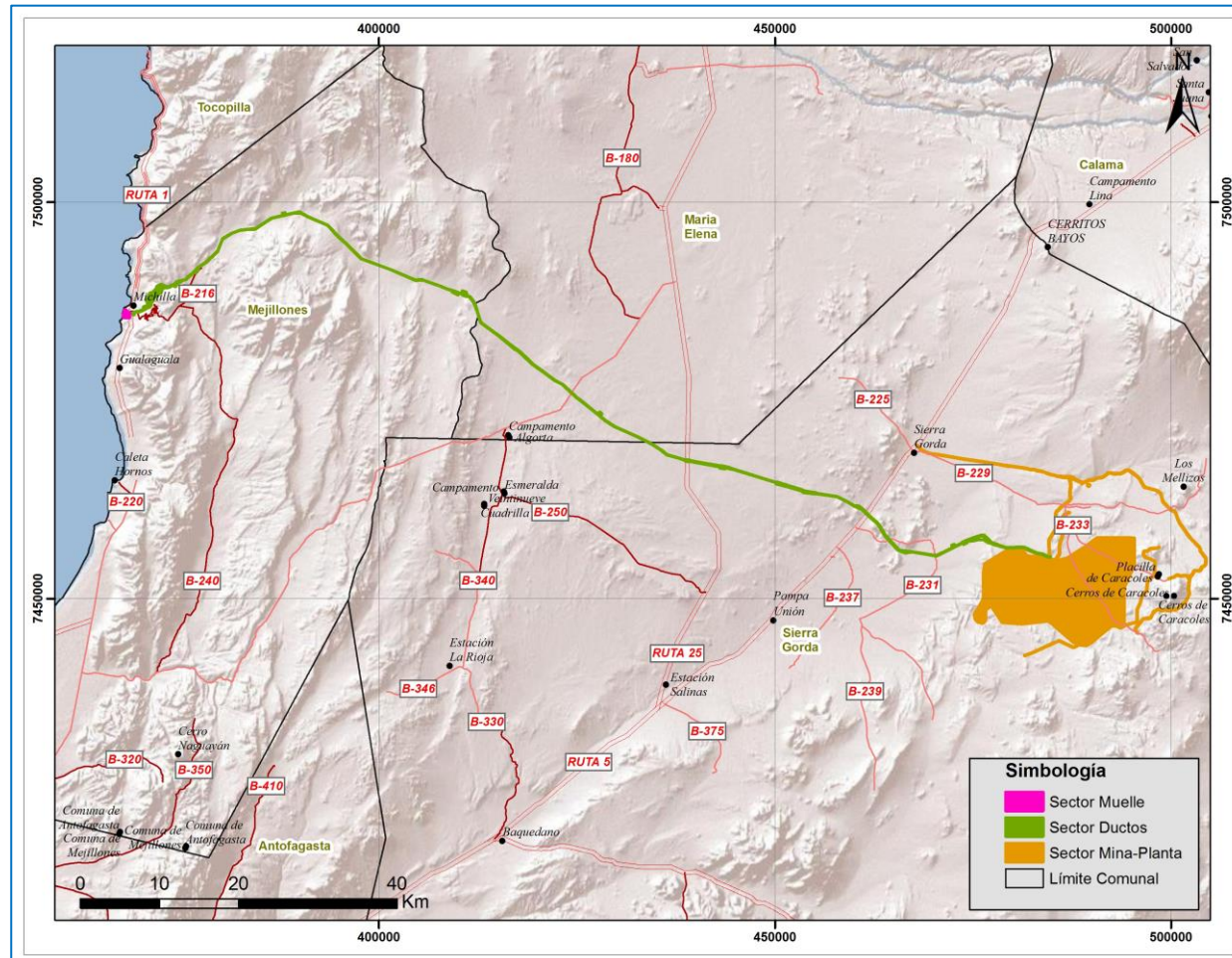
El Proyecto Desarrollo Minera Centinela modifica el Proyecto El Tesoro (RCA N° 31/1997), el Proyecto Esperanza (RCA N° 212/2008) y el Proyecto Óxidos Encuentro (RCA N° 201/2013), y sus respectivas actualizaciones, ubicándose principalmente en un área ya intervenida por la propia actividad minera.

El objetivo de este Capítulo es la caracterización de la línea de base del área de influencia del Proyecto, localizado en las comunas de Sierra Gorda, María Elena y Mejillones en la Región de Antofagasta (Figura 3-1), de manera de determinar el estado actual de los componentes ambientales bajo la condición “sin Proyecto”.

Para esto, a continuación se describen los diferentes componentes ambientales del área de influencia del Proyecto, basado en datos obtenidos en terreno, en la revisión y análisis de fuentes bibliográficas y en otras líneas de base realizadas anteriormente en la zona.

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

Figura 3-1: Localización general del Proyecto



Fuente: Elaboración propia.

3.1.1 Ubicación geográfica del Proyecto

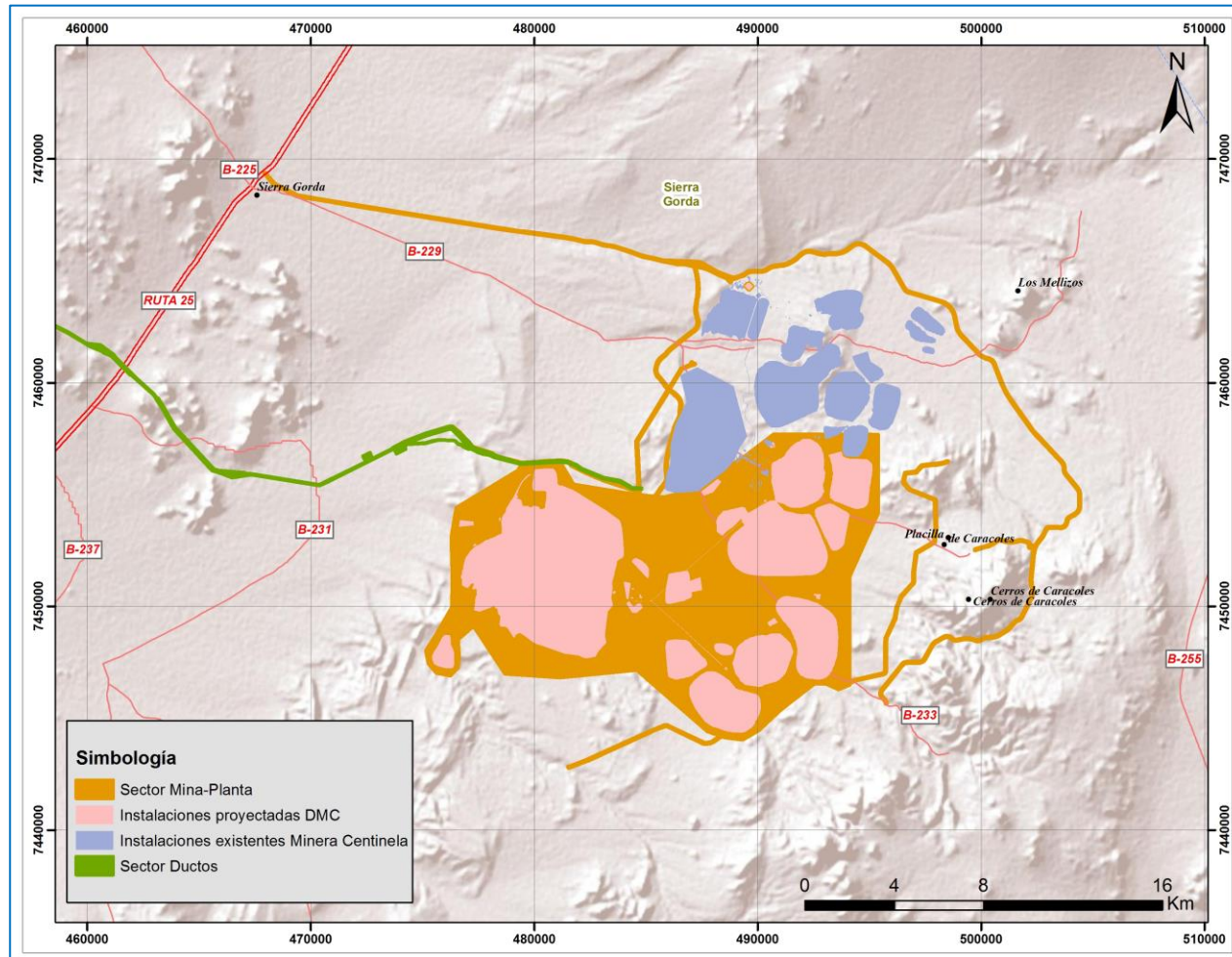
Las obras y actividades del Proyecto se ubican en la Región de Antofagasta, en las provincias Antofagasta (comunas de Sierra Gorda y Mejillones) y Tocopilla (comuna de María Elena). Debido a la extensión territorial de los distintos sectores del Proyecto, la descripción de la línea de base se presenta en forma separada para las distintas áreas en que el Proyecto se desarrolla.

Para efectos de lo anterior, el Proyecto se ha dividido en los siguientes sectores:

1. Sector Mina-Planta
2. Sector Ductos
3. Sector Muelle Esperanza

Sector Mina-Planta: Ubicado en la comuna de Sierra Gorda, corresponde al área donde se desarrollan actualmente las actividades de Minera Centinela y al polígono donde tendrán lugar las actividades extractivas y de procesamiento de mineral proveniente de los rajos Esperanza Sur y Encuentro, incluyendo instalaciones propias de este tipo de proyecto: depósito de relaves, depósito de lastre, polvorín, acopios de mineral de baja ley y oxidado, taller de mantenciones, chancador primario, planta concentradora, infraestructura complementaria y de servicios y otras obras e instalaciones requeridas para la operación del Proyecto (Figura 3-2). También son parte del Sector una zona de extracción de empréstitos, un canal de contorno y la franja correspondiente a la modificación de la Ruta B-229 y B-233, propuesta sobre huellas existentes.

Figura 3-2: Sector Mina-Planta

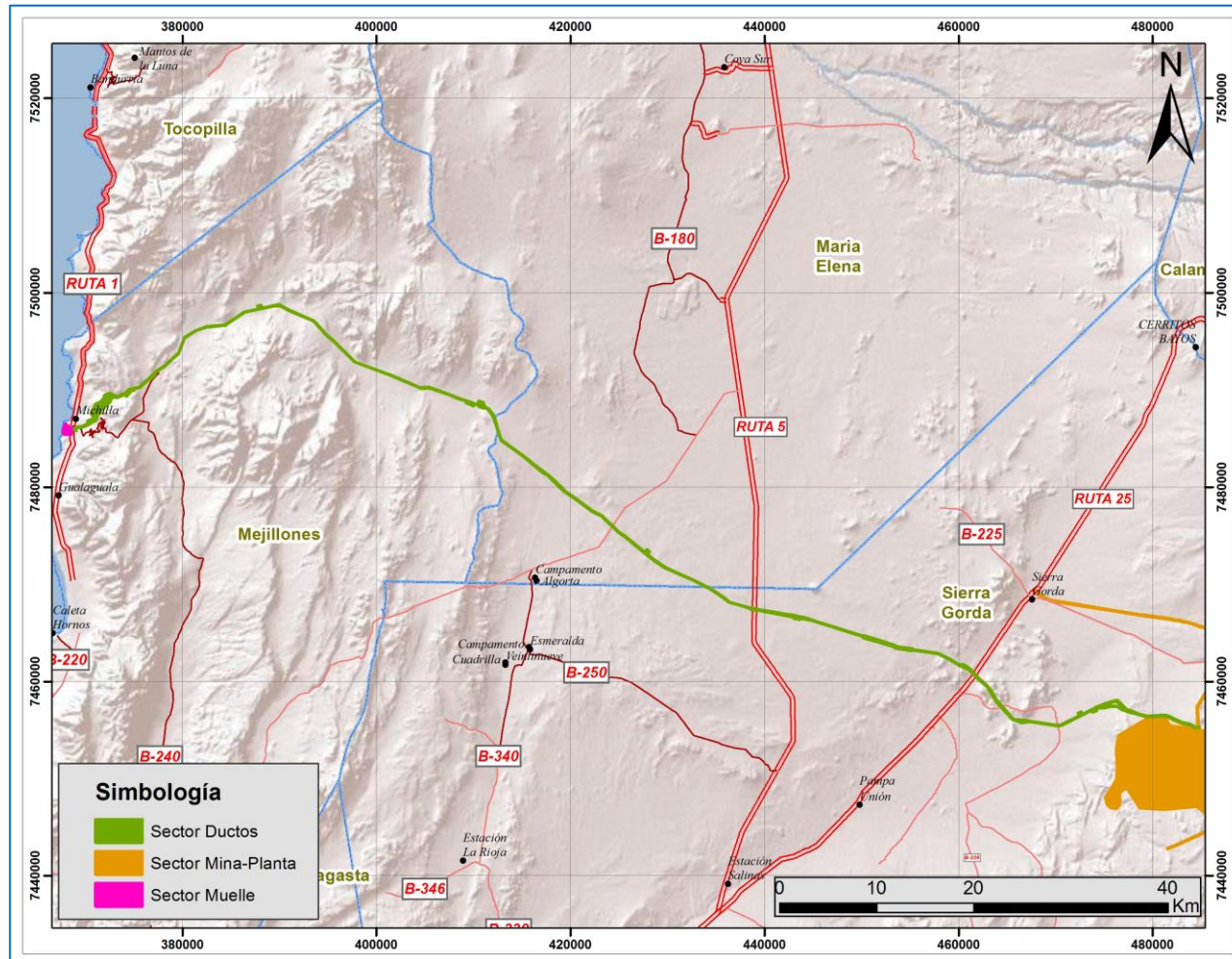


Fuente: Elaboración propia.

Sector Ductos: Emplazado en las comunas Sierra Gorda, María Elena y Mejillones. Las obras de este Sector se materializarán en paralelo al concentrado y acueducto existentes, mayoritariamente en la franja de servidumbre con que cuenta Minera Centinela.

Corresponde a la faja destinada al trazado del acueducto que transportará agua de mar, desde el Muelle Esperanza al Sector Mina-Planta; al trazado del concentrado que llevará la pulpa de concentrado, desde el Sector Mina-Planta al Sector Muelle; y a las estaciones de bombeo y de válvulas necesarias para el funcionamiento de los ductos. Este Sector corresponde a una faja de aproximadamente 145 km de largo en una línea con orientación Este-Oeste (Figura 3-3).

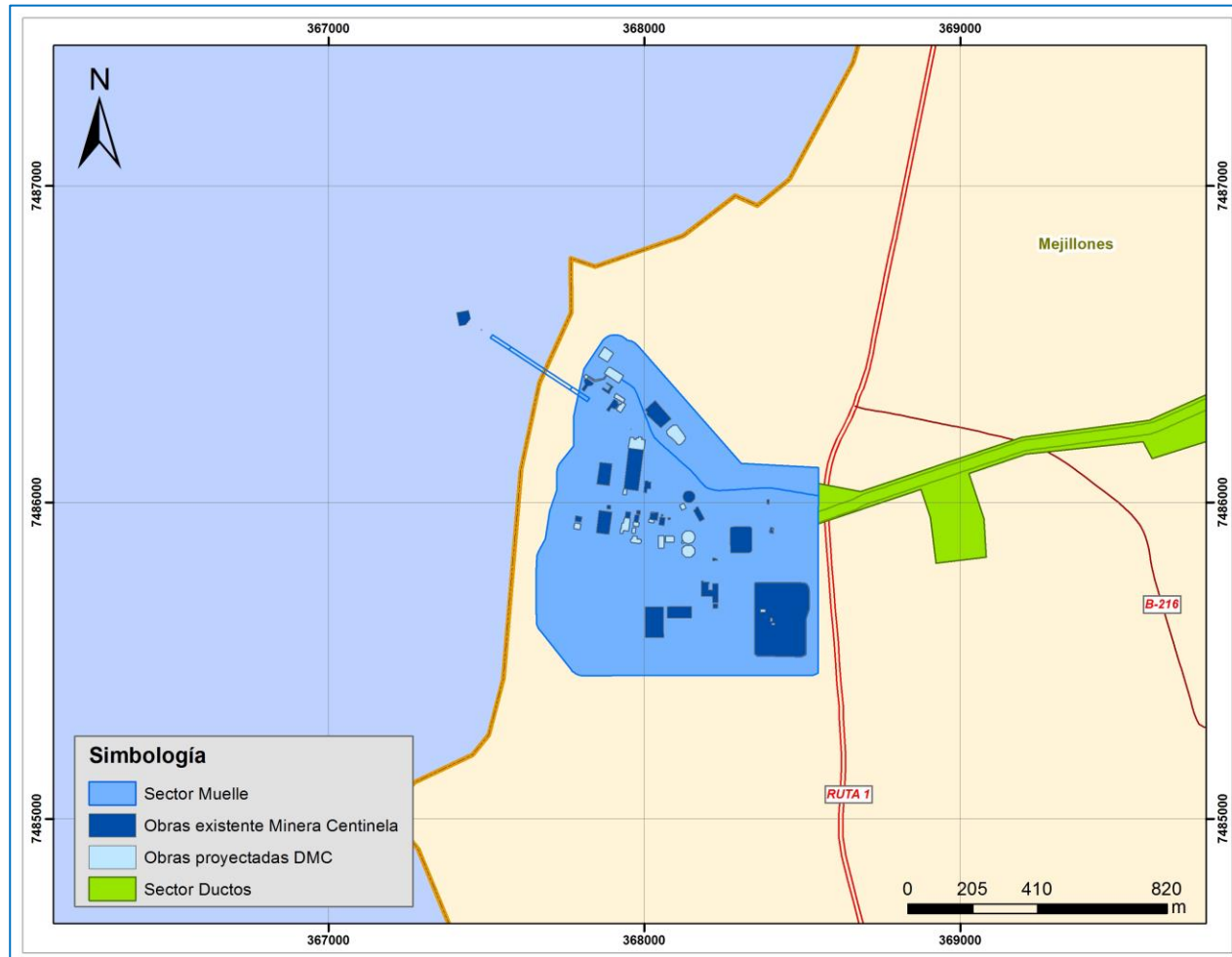
Figura 3-3: Sector Ductos



Fuente: Elaboración propia.

Sector Muelle Esperanza: Ubicado en la comuna de Mejillones. Corresponde al área donde se ubican las instalaciones existentes del Muelle Esperanza de Minera Centinela y donde se ubicarán las futuras instalaciones para el lavado, filtrado y almacenamiento del concentrado, proveniente de la nueva planta de beneficio. En este Sector, además, se construirá un nuevo sistema de captación y acondicionamiento de agua de mar y una nueva línea de filtrado y almacenamiento de concentrado (Figura 3-4).

Figura 3-4: Sector Muelle



Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 3–1 se presentan las coordenadas referenciales de los sectores del Proyecto.

Tabla 3–1: Coordenadas referenciales de los sectores del Proyecto

Sector	Referencia	Coordenadas UTM Datum WGS84	
		Este	Norte
Mina – Planta	Rajo Esperanza Sur	491.764	7.455.948
	Rajo Encuentro	490.043	7.447.682
	Depósito de relaves espesados Centinela	480.200	7.451.709
	Planta concentradora Centinela	484.761	7.450.448
Ductos	Ductos (Inicio Muelle Minera Centinela)	368.540	7.486.019
	Ductos (Término Área Mina)	484.813	7.455.274
Muelle	Garita de acceso	484.813	7.455.274

Fuente: Elaboración propia.

3.1.2 Determinación de Áreas de Influencia

Como lo indica el Artículo 2, letra a) del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (D.S. N° 40/2012), el área de influencia se define como el “*área o espacio geográfico, cuyos atributos, elementos naturales o socioculturales deben ser considerados con la finalidad de definir si el proyecto o actividad genera o presenta alguno de los efectos, características o circunstancias del Artículo 11 de la Ley, o bien para justificar la inexistencia de dichos efectos, características o circunstancias*”.

El Capítulo 2 del presente EIA define las áreas de influencia para cada uno de los componentes ambientales considerados en esta línea de base. La caracterización de dichas áreas de influencia se presenta a continuación por componente ambiental. La bibliografía utilizada para dicha caracterización se adjunta en el Anexo 3-14: Bibliografía Línea de Base.

3.2. Medio Físico - Atmósfera

3.2.1 Clima y Meteorología

3.2.1.1 Introducción

En el presente acápite se entrega la caracterización de los componentes Clima y Meteorología, de acuerdo a lo establecido en la Ley N° 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente y el Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental modificado a través del D.S. N° 40/2012. Para ello, se han considerado estaciones meteorológicas existentes junto con aquellas instaladas expresamente con ocasión del Proyecto.

3.2.1.2 Metodología

El análisis del clima se llevó a cabo mediante la revisión bibliográfica de las condiciones climáticas de la región según la clasificación de Köppen¹.

Para la presentación de los antecedentes meteorológicos se ha considerado la revisión de los antecedentes disponibles en las estaciones de monitoreo cercanas o en las áreas del Proyecto. La revisión de la información pone énfasis en la situación promedio de cada variable a lo largo de 12 meses y, cuando resulta pertinente, es complementada con estudios de terceros disponibles al público o bien expresamente elaborados con ocasión del presente Proyecto.

La estación meteorológica de superficie² a analizar corresponde, en todos los casos, al año calendario 2011, totalizando 12 meses de información que comprenden todas las variaciones estacionales de las variables meteorológicas.

3.2.1.3 Resultados

i. Clima

Según la clasificación de Köppen, el Proyecto se inserta dentro de dos zonas climáticas: la zona de Clima Desértico con Nublados Abundantes (BWn), en el caso del Sector Mina-Planta y parte del Sector Ductos, y la zona de Clima de Desierto Normal (BW), para el resto del Sector Ductos y la totalidad del Sector Muelle Esperanza.

¹ Fuenzalida, H. 1965. Clima. En: Geografía Económica de Chile. Texto Refundido. Corporación de Fomento de la Producción. Santiago.

² Por estación meteorológica de superficie se entiende aquella que registra velocidad y dirección de viento a una altura de 10 metros sobre el nivel del suelo y los restantes parámetros a una altura menor.

Clima Desértico Normal (BW)

Se caracteriza por temperaturas medias mensuales inferiores a los 18° C y por tener una humedad relativa promedio anual de 39%. Presenta precipitaciones de tipo torrencial que ocurren cada 5 a 7 años. Se caracteriza por cielos despejados y fuertes oscilaciones térmicas. Febrero es el mes más cálido con una temperatura media de 16,7° C y junio el mes más frío con una temperatura media de 12,9° C. La amplitud de oscilaciones térmicas diarias alcanza a los 25,9° C, llegando a los 30° C en los meses invernales como agosto, con un fuerte enfriamiento nocturno.

El detalle de los datos meteorológicos descrito en el acápite posterior (ii. Meteorología), dan a entender que las características del área del Proyecto en el Sector Mina-Planta se alinean con la descripción de este Clima.

Clima Desértico con Nublados Abundantes (BWn)

Este tipo de clima ocurre en el sector costero y se ve influenciado por el efecto bloqueador del anticiclón del Pacífico, el cual otorga estabilidad al clima pero al mismo tiempo inhibe las precipitaciones y hace predominar los vientos del Sur y Suroeste. En la faja costera predomina la “camanchaca” (niebla), lo que produce una nubosidad constante que se presenta en aproximadamente 110 días del año y una humedad relativa elevada, de valores medios que alcanzan el 74%. Las temperaturas son relativamente bajas y homogéneas alcanzando, en Antofagasta, una media de 16,6° C, con oscilaciones térmicas anuales de sólo 5,5° C y amplitud de oscilaciones diarias que alcanzan los 8,7° C en febrero para descender sólo a 5,8° C en julio.

Este clima abarca una faja relativamente angosta, de unos 40 a 50 km de la costa, reconocible por la presencia de vegetación en algunas quebradas gracias al efecto de la camanchaca.

Este clima caracteriza la sección más próxima a la costa del Sector Ductos y el Sector Muelle Esperanza.

ii. Meteorología

Sector Mina-Planta

a) Antecedentes del monitoreo meteorológico

La meteorología en el Sector Mina-Planta se caracteriza a partir de la información disponible tanto en el área donde tendrán lugar las actividades del Proyecto como en su entorno, esto a fin de contar con la información más completa disponible para su posterior utilización en la evaluación de impacto ambiental del Proyecto, en particular, sobre la componente calidad del aire.

Para efectos de caracterización meteorológica se considera el año calendario 2011, durante el cual se contó con una completa red de monitoreo. Se ha utilizado este año a fin de contar con

una base de información análoga a aquella considerada en el EIA del proyecto Óxidos Encuentro (RCA N° 201/2013), facilitando el posterior análisis integrado de ambos proyectos.

Con respecto a las estaciones de monitoreo, en el área del Proyecto se dispone de la información recopilada por la estación denominada Esperanza Sur, instalada temporalmente en el área donde se ubicará el rajo Esperanza Sur, la cual registra velocidad y dirección de viento. Complementariamente, se cuenta con la información de las siguientes estaciones meteorológicas.

- Estación meteorológica Encuentro, ubicada en el área del rajo del mismo nombre.
- Estación meteorológica Centinela Óxidos, ubicada en el barrio cívico de la línea de óxidos.
- Estación meteorológica Descampado, ubicada en un punto intermedio entre el Sector Mina-Planta y la localidad de Sierra Gorda.
- Estación meteorológica Poblado Sierra Gorda, de propiedad de Minera Centinela y ubicada en la posta de la localidad del mismo nombre.

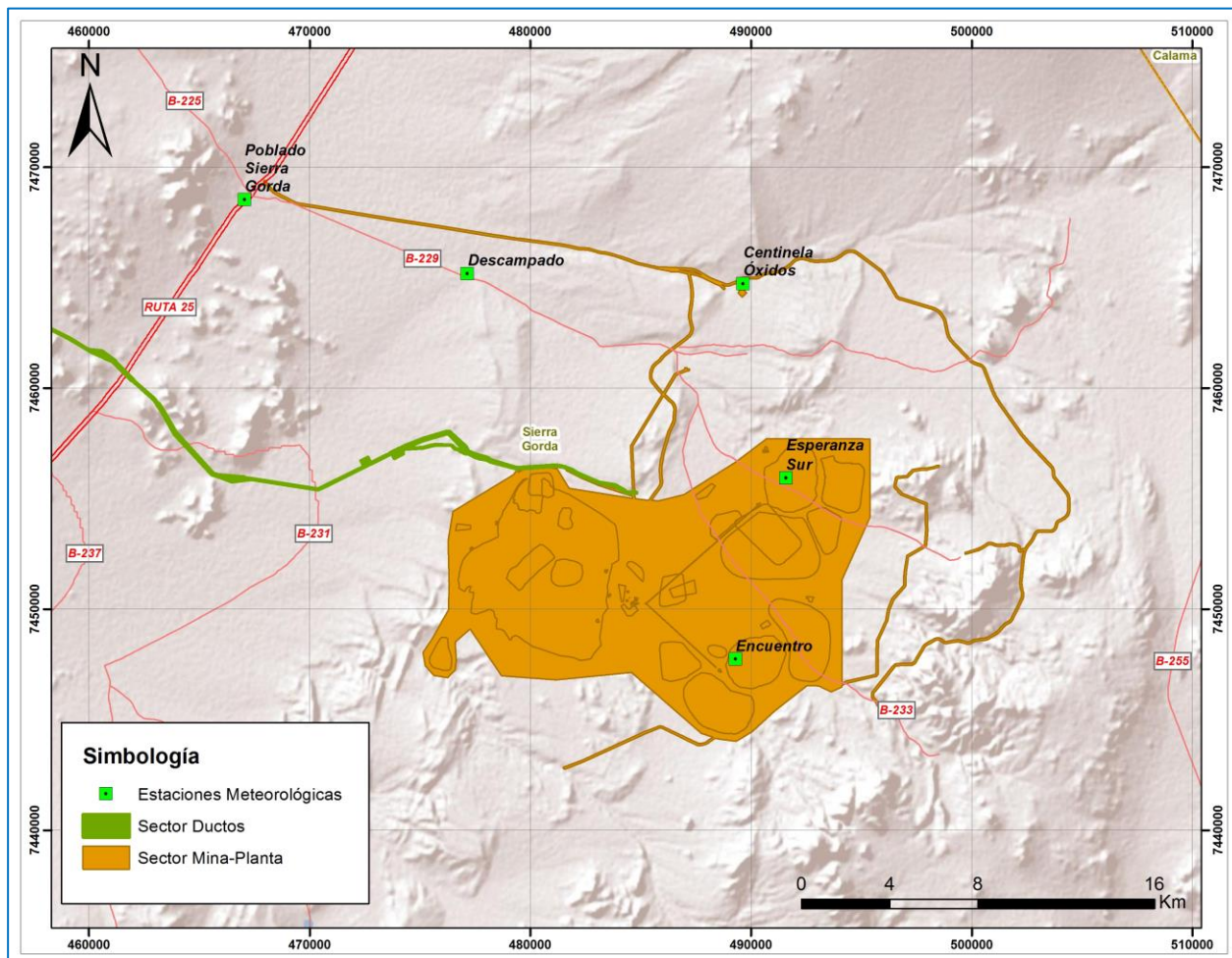
La ubicación y las variables registradas en cada una de las estaciones de monitoreo se presentan en la Tabla 3–2 y Figura 3-5.

Tabla 3–2: Estaciones meteorológicas Sector Mina-Planta

Estación Meteorológica	Coordenadas UTM Datum WGS84		Altitud (msnm)	Variables registradas						
	Este	Norte		Dir. Viento (°)	Veloc. Viento (m/s)	Temp (C°)	Hum. Relat. (%)	Presión Atm. (mbar)	Rad. Solar (W/m ²)	Precip (mm)
Esperanza Sur	491.587	7.455.926	2.319	✓	✓					
Descampado	477.150	7.465.176	1.818	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Encuentro	489.313	7.447.720	2.358	✓	✓					
Centinela Óxidos	489.645	7.464.716	2.125	✓	✓	✓	✓	✓		✓
Poblado Sierra Gorda	467.045	7.468.527	1.625	✓	✓	✓	✓			

Fuente: Elaboración propia.

Figura 3-5: Ubicación espacial estaciones de monitoreo Sector Mina-Planta y entorno



Fuente: Elaboración propia.

A partir de la Tabla 3-2 y la Figura 3-5 es posible inferir que se cuenta con diversos datos meteorológicos en el área del Proyecto para el año calendario que sirve de base a la caracterización. En efecto, para los parámetros en que el entorno inmediato tiene gran influencia, esto es, la velocidad y dirección de viento, se cuenta con registro en todas las estaciones mientras que para parámetros como la humedad, temperatura y precipitación, menos variables a escala local, se cuenta con registro en al menos una de las estaciones. Asimismo, en el caso particular de la presión atmosférica y la radiación solar, que presentan una variación importante respecto de la altura geográfica en un rango de 700 metros como es el caso, se cuenta con información en dos estaciones, una en el extremo occidental y otra en el sector oriental del área de estudio, permitiendo una adecuada caracterización de ambos parámetros.

b) Variables registradas

En la presente sección se exponen las variables meteorológicas registradas en las distintas estaciones de monitoreo de superficie consideradas. Para obtener un análisis completo en el caso de las variables que tienen mayor dependencia del entorno inmediato, esto es, la dirección y velocidad del viento, en primer lugar se presentan los datos medidos en el sitio donde se desarrollarán las actividades del mismo y a continuación, de forma complementaria, una visión de las características de estas variables en las restantes estaciones que se encuentran en el entorno del Proyecto en el Sector Mina-Planta.

▪ Viento

Para la descripción del comportamiento del viento en el área donde tendrán lugar las actividades del Proyecto, se presentan los datos registrados en la Estación Esperanza Sur, instalada donde se ubica el rajo Esperanza Sur y de la Estación Encuentro, ubicada donde se ubicará el rajo Encuentro, ambas en el Sector Mina-Planta.

Periodo Completo

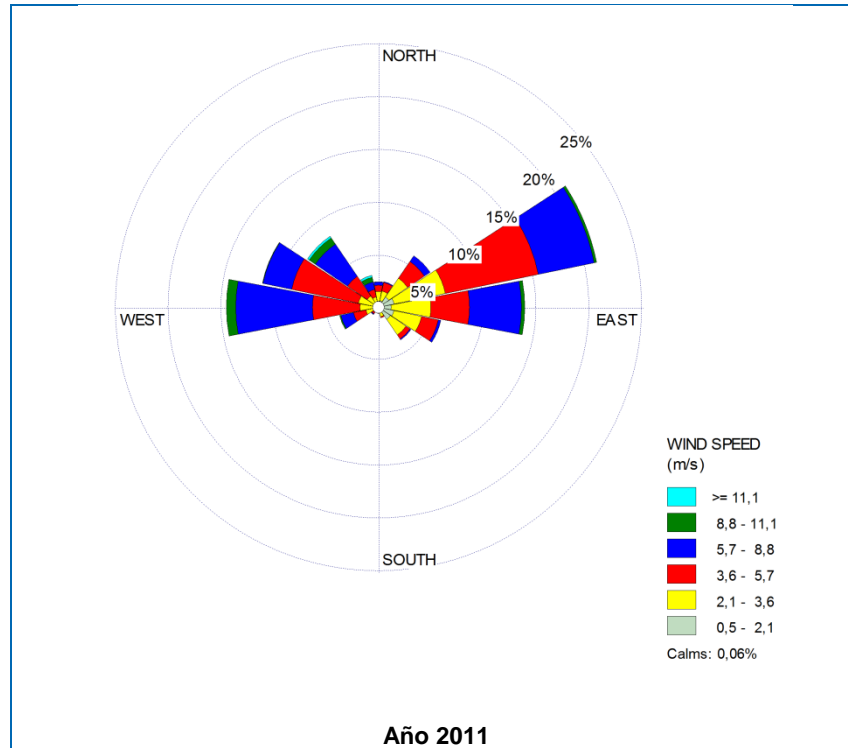
El período completo de monitoreo permite describir el comportamiento anual del viento en el Sector Mina-Planta, el cual se resume a través de la Tabla 3–3 y Tabla 3–4 de frecuencias y la Figura 3-6 y Figura 3-7 de rosas de vientos.

Tabla 3–3: Distribución porcentual de los registros según dirección y velocidad de viento en estación Esperanza Sur

Dirección Viento	Rango velocidad del viento [m/s]						Distribución de la dirección
	0,5 - 2,1	2,1 - 3,6	3,6 - 5,7	5,7 - 8,8	8,8 - 11,1	≥ 11,1	
N	57	81	51	27	1	0	2,5%
NNE	63	80	72	8	0	0	2,5%
NE	110	188	168	57	0	0	6,0%
ENE	139	433	786	472	21	0	21,1%
E	113	327	320	430	28	0	13,9%
ESE	137	234	141	22	0	0	6,1%
SE	127	156	40	10	0	0	3,8%
SSE	43	44	9	0	0	0	1,1%
S	33	16	5	3	0	0	0,7%
SSW	15	17	5	2	1	3	0,5%
SW	24	34	15	5	3	0	0,9%
WSW	33	79	106	106	10	0	3,8%
W	35	124	393	636	77	0	14,4%
WNW	44	131	564	244	4	0	11,3%
NW	41	78	198	321	62	17	8,2%

Dirección Viento	Rango velocidad del viento [m/s]						Distribución de la dirección
	0,5 - 2,1	2,1 - 3,6	3,6 - 5,7	5,7 - 8,8	8,8 - 11,1	≥ 11,1	
NNW	49	44	64	63	39	17	3,2%
Porcentaje Velocidad	12,1%	23,6%	33,5%	27,5%	2,8%	0,4%	100,0%

Figura 3-6: Rosa de viento estación Esperanza Sur (periodo completo)



A partir de la Tabla 3–3 y la Figura 3-6 se puede observar que los vientos provienen principalmente desde el ENE, componente que se presenta en un 21,1% del tiempo total. A continuación, con porcentajes menores de ocurrencia, se presentan las componentes E y O, con un 13,9 % y 14,4% del tiempo, respectivamente.

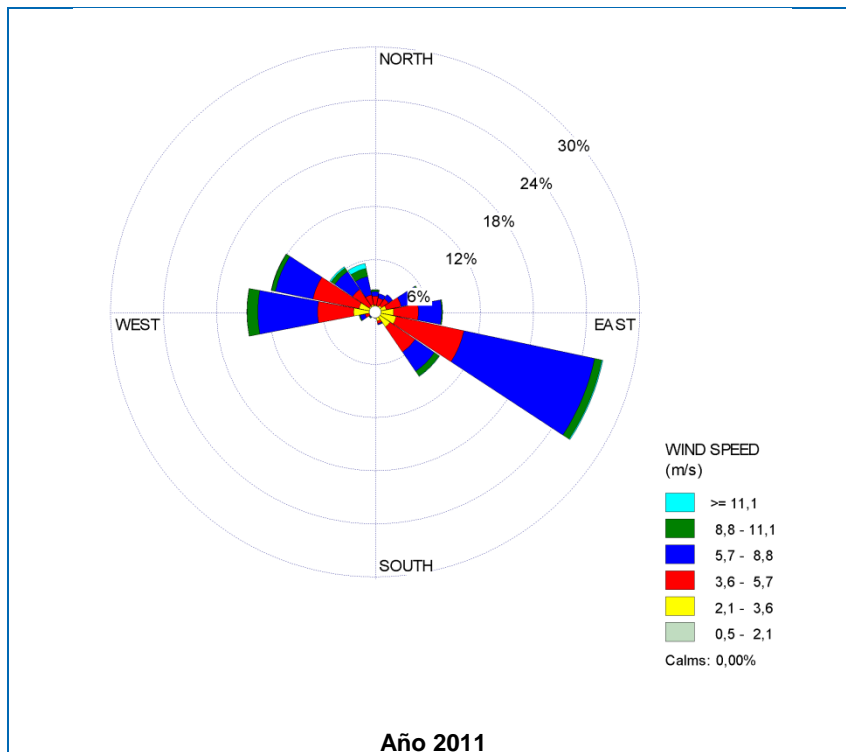
Con respecto a la velocidad de viento, ésta presenta un promedio de 4,59 m/s.

Tabla 3–4: Distribución porcentual de los registros según dirección y velocidad de viento en estación Encuentro

Dirección Viento	Participación porcentual por rango de velocidad del viento [m/s]						Total
	0,5 - 2,1	2,1 - 3,6	3,6 - 5,7	5,7 - 8,8	8,8 - 11,1	≥ 11,1	
N	0,26%	0,62%	0,99%	0,51%	0,21%	0,01%	2,60%

Dirección Viento	Participación porcentual por rango de velocidad del viento [m/s]						Total
	0,5 - 2,1	2,1 - 3,6	3,6 - 5,7	5,7 - 8,8	8,8 - 11,1	>= 11,1	
NNE	0,29%	0,55%	0,86%	0,49%	0,01%	0,00%	2,19%
NE	0,33%	0,64%	0,92%	0,58%	0,00%	0,00%	2,48%
ENE	0,30%	1,07%	1,71%	2,25%	0,17%	0,01%	5,51%
E	0,41%	1,76%	2,79%	2,64%	0,11%	0,00%	7,71%
ESE	0,48%	2,03%	7,82%	15,06%	0,84%	0,11%	26,35%
SE	0,55%	1,58%	3,44%	2,63%	0,65%	0,06%	8,89%
SSE	0,47%	0,67%	0,27%	0,15%	0,01%	0,00%	1,58%
S	0,31%	0,23%	0,17%	0,06%	0,01%	0,01%	0,79%
SSW	0,14%	0,15%	0,08%	0,05%	0,00%	0,05%	0,46%
SW	0,25%	0,22%	0,17%	0,18%	0,15%	0,00%	0,97%
WSW	0,34%	0,30%	0,61%	0,57%	0,11%	0,00%	1,93%
W	0,55%	1,96%	4,06%	6,75%	1,21%	0,01%	14,54%
WNW	0,46%	1,48%	5,31%	4,33%	0,45%	0,05%	12,07%
NW	0,40%	0,50%	2,26%	2,43%	0,50%	0,17%	6,27%
NNW	0,39%	0,55%	1,13%	2,11%	0,91%	0,58%	5,67%
Sub-total	5,91%	14,30%	32,59%	40,78%	5,35%	1,06%	100,00%

Figura 3-7: Rosa de viento estación Encuentro (periodo completo)



A partir de la Tabla 3-4 y la Figura 3-7, se puede observar que los vientos provienen principalmente desde el ESE, componente que se presenta en un 26,4% del tiempo. A continuación, con porcentajes menores de ocurrencia, se presentan las componentes O y ONO, con un 14,5 % y 12,1% del tiempo, respectivamente.

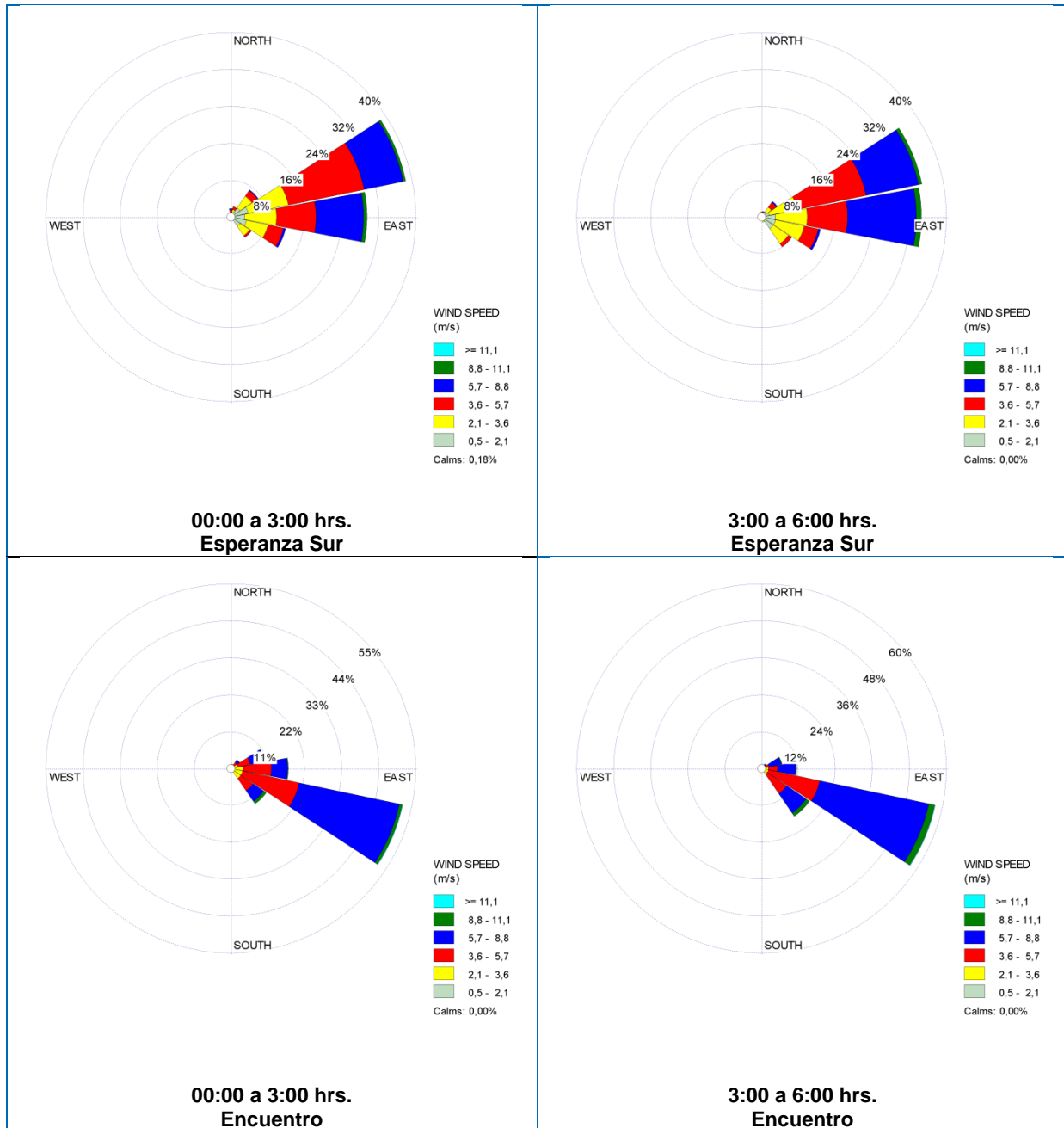
Con respecto a la velocidad de viento, ésta presenta un promedio de 5,48 m/s.

Al comparar ambas estaciones resalta la diferencia en la velocidad promedio, mayor en el caso de la estación Encuentro, así como también la diferencia en la dirección del viento, no obstante la relativa cercanía entre las estaciones. Así, mientras que la estación Esperanza Sur presenta vientos predominantemente desde el Noreste, en el caso de la estación Encuentro el viento proviene predominantemente desde el Este-Sureste.

Para mayor detalle, a continuación se presentan las rosas de viento que dan cuenta de la situación meteorológica cada tres horas, de tal forma de conocer el comportamiento promedio a lo largo de un día completo.

Análisis cada 3 horas

Figura 3-8: Rosas de viento estación Esperanza Sur y estación Encuentro, 00:00 a 3:00 hrs. y 3:00 a 6:00 hrs.



A partir de las rosas de viento recién expuestas se puede observar, en el caso de la estación Esperanza Sur, que entre las 00:00 y 6:00 hrs., fracción del día correspondiente al periodo nocturno, existe una marcada tendencia en la procedencia de los vientos, destacándose las componentes ENE y E durante el 36,9% y 31,9% del tiempo total, respectivamente.

Para el periodo comprendido entre 00:00 y 3:00 hrs. se observa procedencia ENE y E durante un 38,5% y un 29,4% del tiempo, respectivamente. Para éste periodo se tiene un promedio de velocidad de 3,93 m/s.

Posteriormente, se observa que entre las 3:00 y 6:00 hrs. los vientos provienen mayoritariamente desde las mismas direcciones que el periodo anterior, esto es, ENE y E, direcciones que se presentan durante un 35,3% y un 34,5% del tiempo, respectivamente. Este periodo presenta una velocidad promedio de 4,41 m/s.

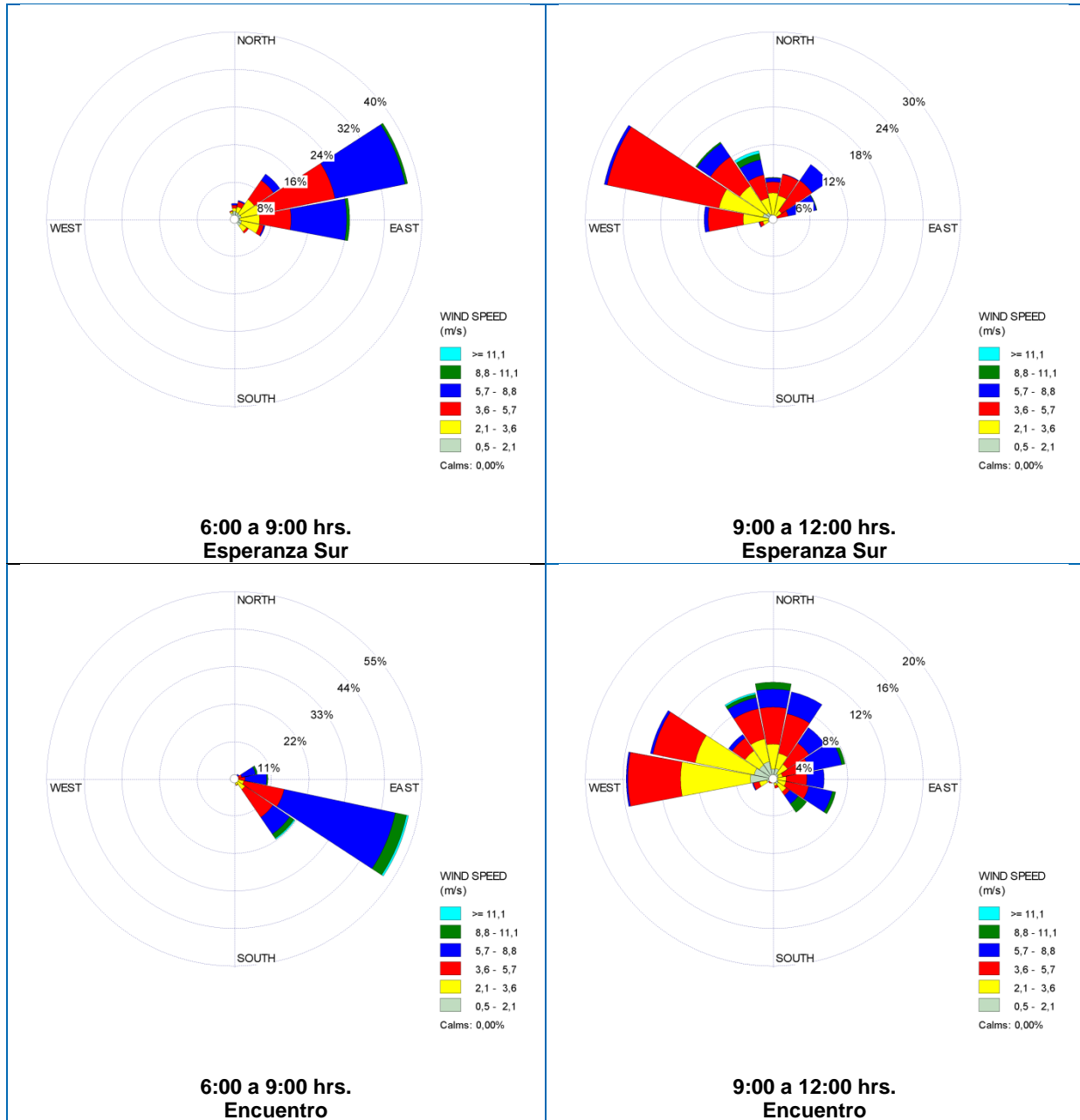
Destaca en las primeras horas del día la casi total ausencia de vientos provenientes del Oeste.

Por su parte, en el caso de la estación Encuentro, se puede observar que entre las 00:00 y 6:00 hrs., fracción del día correspondiente al periodo nocturno, existe una marcada tendencia en la procedencia de los vientos, destacándose la componente ESE con una participación equivalente al 54,8% del tiempo.

Para el periodo comprendido entre 00:00 y 3:00 hrs. se observa procedencia ESE durante un 52,1% del tiempo en estudio. En igual periodo se tiene un promedio de velocidad de 5,55 m/s, ligeramente sobre su símil diario.

Posteriormente, se observa que entre las 3:00 y 6:00 hrs. los vientos provienen igualmente en su mayor parte desde el ESE, dirección que se presenta durante un 57,4% del tiempo. Este periodo presenta una velocidad promedio de 6,04 m/s, por encima de su símil diario.

Figura 3-9: Rosas de viento estación Esperanza Sur y estación Encuentro, 6:00 a 9:00 hrs. y 9:00 a 12:00 hrs.



A partir de las rosas de viento recién expuestas se puede observar un importante cambio en el regimen de vientos, impulsado por la transición desde el periodo nocturno al periodo diurno.

En el caso de la estación Esperanza Sur, entre las 6:00 y 9:00 hrs, las condiciones características del periodo nocturno se mantienen, presentándose vientos procedentes desde el ENE y E durante un 37,6 % y 24,5% del tiempo total, respectivamente. Dicho periodo presenta una velocidad promedio de 4,43 m/s.

Por otra parte, entre las 9:00 y 12:00 hrs. se manifiesta un periodo de transición, con vientos procedentes desde el ONO y el NO en un 27,5% y 14,9% del tiempo total, respectivamente. La velocidad promedio para el periodo descrito es 4,24 m/s.

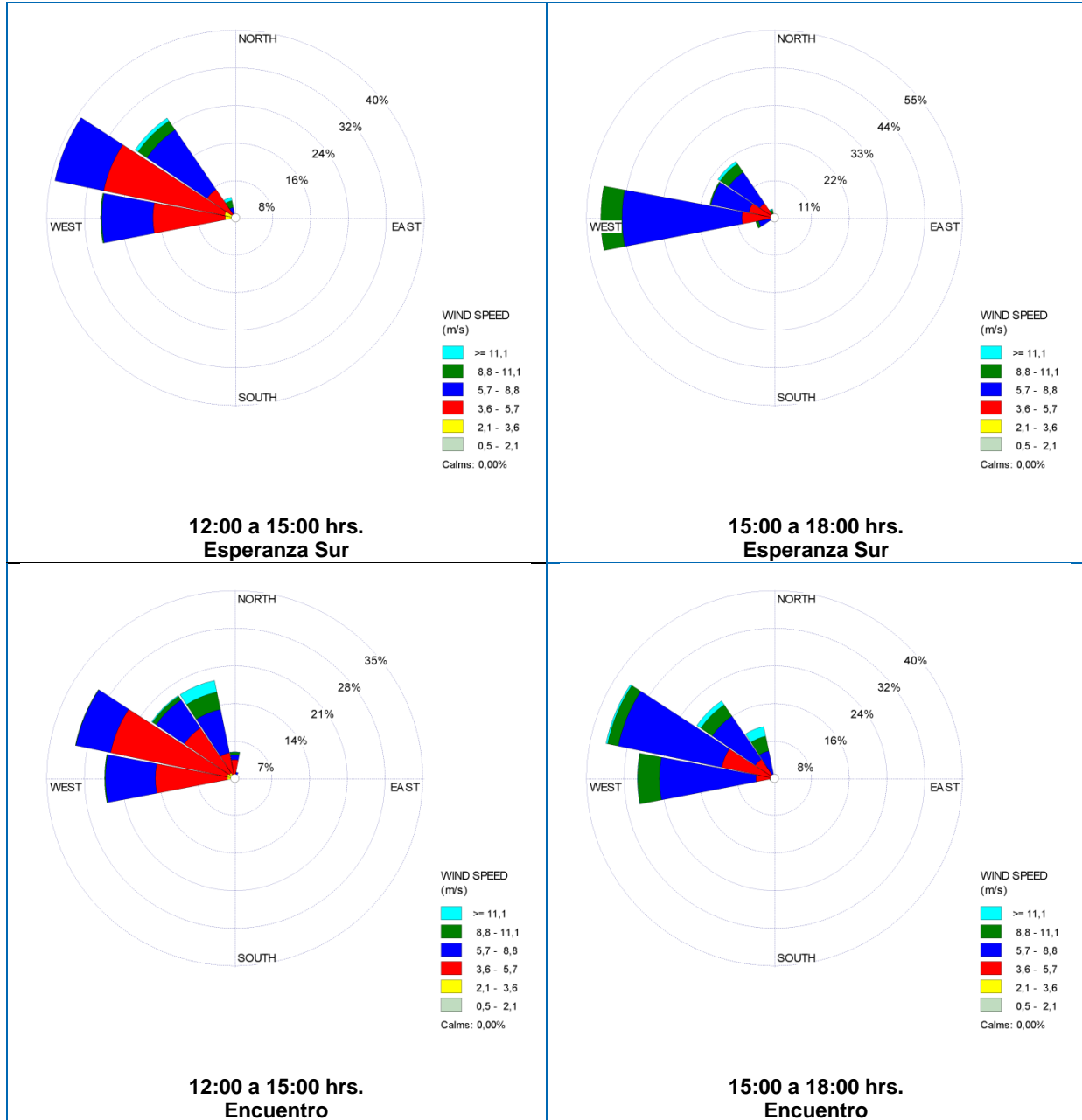
Por su parte, en el caso de la estación Encuentro, entre las 6:00 y 9:00 hrs, las condiciones características del periodo nocturno se mantienen, presentándose vientos procedentes desde el ESE y en menor medida desde el SE durante un 52,1% y 21,7% del tiempo total, respectivamente. Dicho periodo presenta una velocidad promedio del viento de 5,1 m/s, valor que se encuentra por debajo de su símil diario.

Por otra parte, entre las 9:00 y 12:00 hrs. se manifiesta un periodo de transición, con vientos distribuidos de manera más equitativa, destacando aquellos procedentes desde el O y el ONO con una participación del 15,6% y el 13,3%, respectivamente. La velocidad promedio del viento para el periodo descrito alcanza los 4,5 m/s, valor que se encuentra por debajo de su símil diario.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, a nivel promedio anual la transición entre el período nocturno y el período diurno empieza a gestarse en torno a las 9 AM. Dicha transición repercute tanto en un notorio cambio en la dirección del viento así como también en la velocidad de este último. En efecto, al iniciarse el período diurno la velocidad del viento comienza a disminuir por debajo del promedio diario.

La transición entre el período nocturno y el diurno presenta marcadas diferencias entre invierno y verano. En efecto, claramente la transición es más lenta en invierno debido a que la superficie terrestre tarda más en ver incrementada su temperatura. En paralelo, durante el verano la transición es más temprana.

Figura 3-10: Rosas de viento estación Esperanza Sur y estación Encuentro, 12:00 a 15:00 hrs. y 15:00 a 18:00 hrs.



Entre las 12:00 y las 18:00 hrs. se puede observar la situación característica del periodo diurno, con vientos predominantes provenientes del Oeste.

En el caso de la estación Esperanza Sur, para el periodo comprendido entre las 12:00 y las 15:00 hrs., se registran vientos procedentes desde ONO durante un 39% del tiempo, seguida por las componentes O y NO registradas durante un 28,6 y un 25,7% del tiempo, respectivamente. En el periodo descrito la velocidad promedio corresponde a 5,71 m/s.

Para el periodo comprendido entre las 15:00 y las 18:00 hrs. se observa una predominancia de la componente O, la cual se presenta durante un 50,7% del tiempo total. Además destacan las componentes NO y ONO, las cuales se registran en un 20,1% y 19,4% del tiempo, respectivamente. Con respecto a la velocidad promedio, ésta corresponde a 6,85 m/s.

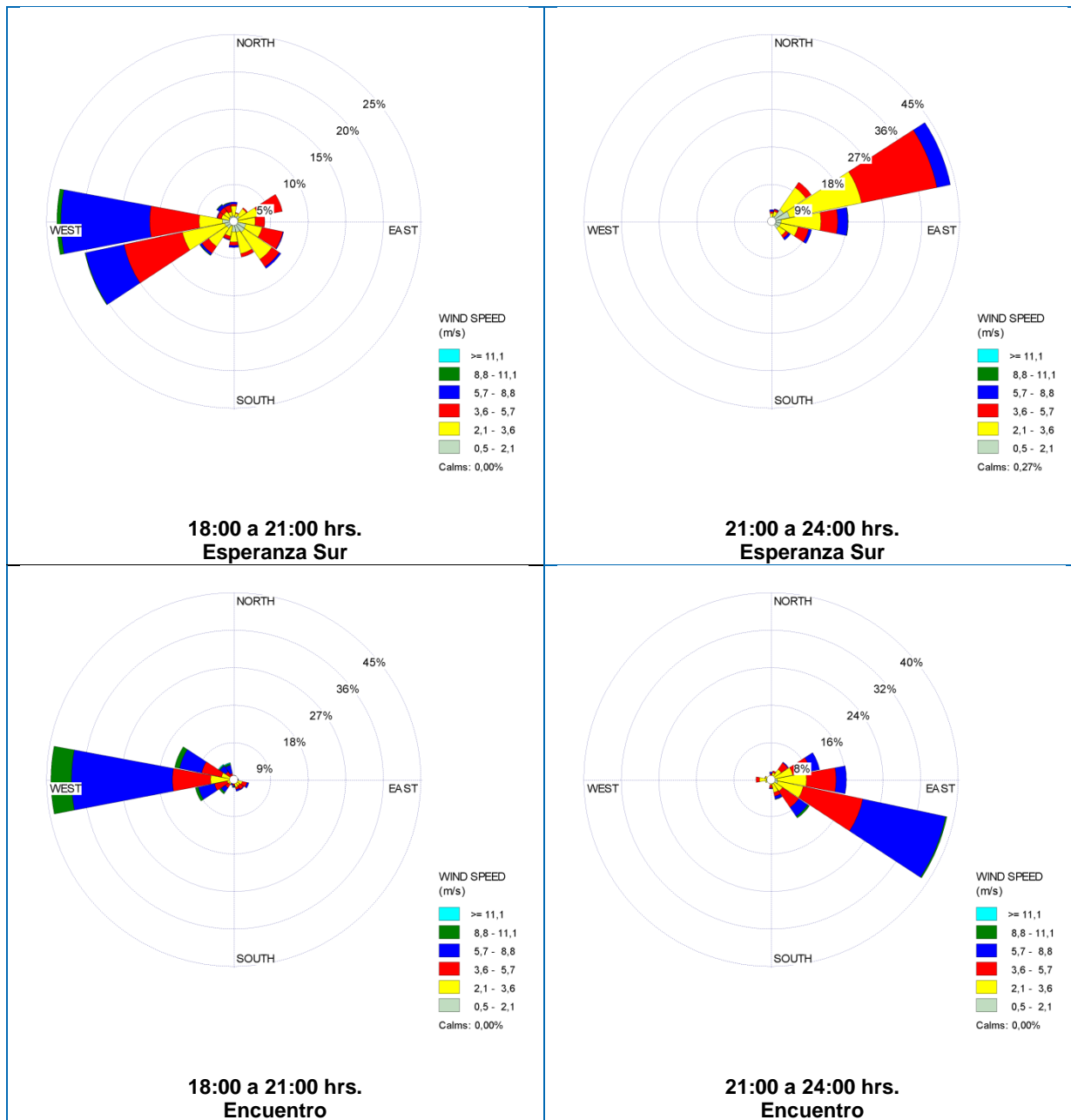
En el caso de la estación Encuentro, entre las 12:00 y las 18:00 hrs. se puede observar la situación característica del periodo diurno, con vientos predominantes provenientes principalmente desde el Oeste y el ONO.

Para el periodo comprendido entre las 12:00 y las 15:00 hrs., se registran vientos procedentes desde ONO durante un 30,2% del tiempo, seguida por la componente O registrada durante un 24,2% del tiempo. En el periodo descrito la velocidad promedio corresponde a 6,22 m/s, valor que se encuentra por sobre su símil diario.

Para el periodo comprendido entre las 15:00 y las 18:00 hrs. se observa igualmente una predominancia de la componente ONO, la cual se presenta durante un 36,5% del tiempo total, seguida de la componente O con un 29,1% del tiempo. Con respecto a la velocidad promedio, ésta alcanza los 7,3 m/s, valor que se encuentra por sobre su símil diario.

Destaca durante los anteriores períodos la ausencia de vientos provenientes del Este.

Figura 3-11: Rosas de viento estación Esperanza Sur y estación Encuentro, 18:00 a 21:00 hrs y 21:00 a 24:00 hrs.



En las rosas de viento anteriores se puede apreciar el cambio en las direcciones de viento entre condiciones de tipo diurno a nocturno, destacando el hecho que la transición es mucho más marcada que en el caso del período nocturno al diurno.

Con respecto al periodo comprendido entre 18:00 y 21:00 hrs., en la estación Esperanza Sur se observan situaciones características del periodo diurno, matizadas con el comienzo de la transición al período nocturno, con vientos procedentes del O y en menor medida del OSO, presentes en un 23,3% y 20,3% del tiempo total, respectivamente. Para el periodo en descripción se observa una velocidad promedio de 3,87 m/s.

Para el periodo registrado entre las 21:00 y 24:00 hrs. se observa que la procedencia mayoritaria de los vientos se modifica hacia la componente ENE, dando cuenta de condiciones propias del período nocturno. La componente mencionada se desarrolla en un 43,7% del total de tiempo, registrando un promedio de velocidad de 3,26 m/s.

En el caso de la estación Encuentro, entre 18:00 y 21:00 hrs. se observan características del periodo diurno en cuanto a la dirección, con vientos procedentes principalmente del O, presentes en un 43,8% del tiempo total. Para el periodo en descripción se observa una velocidad promedio del viento de 4,3 m/s, valor por debajo de su símil diario, lo que da cuenta del hecho que se trata de un período de transición.

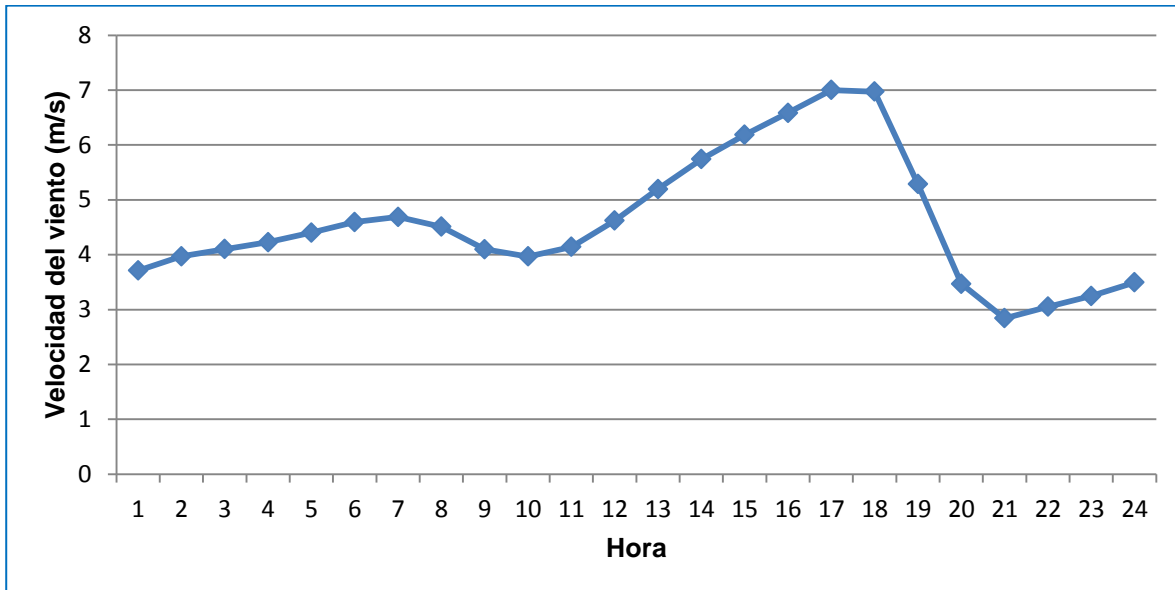
Para el periodo registrado entre las 21:00 y 24:00 hrs. se observa que la procedencia mayoritaria de los vientos se modifica hacia la componente ESE, dando cuenta de características propias del período nocturno. La componente mencionada se desarrolla en un 38,4% del total de tiempo, registrando un promedio de velocidad de 4,8 m/s, por debajo de su símil diario, pero dando cuenta de un incremento con respecto al período inmediatamente anterior.

Replicando el análisis de la etapa de transición, en este caso desde el período diurno al nocturno, la transición durante el invierno resulta ser más temprana, que en el verano, donde las condiciones de período nocturno prevalecen incluso pasadas las 22 horas.

Perfil de velocidad de viento horario

A continuación se da a conocer el perfil de viento promedio para la estación Esperanza Sur, cada una hora, a fin de evaluar el comportamiento promedio de dicha variable a través de un día completo.

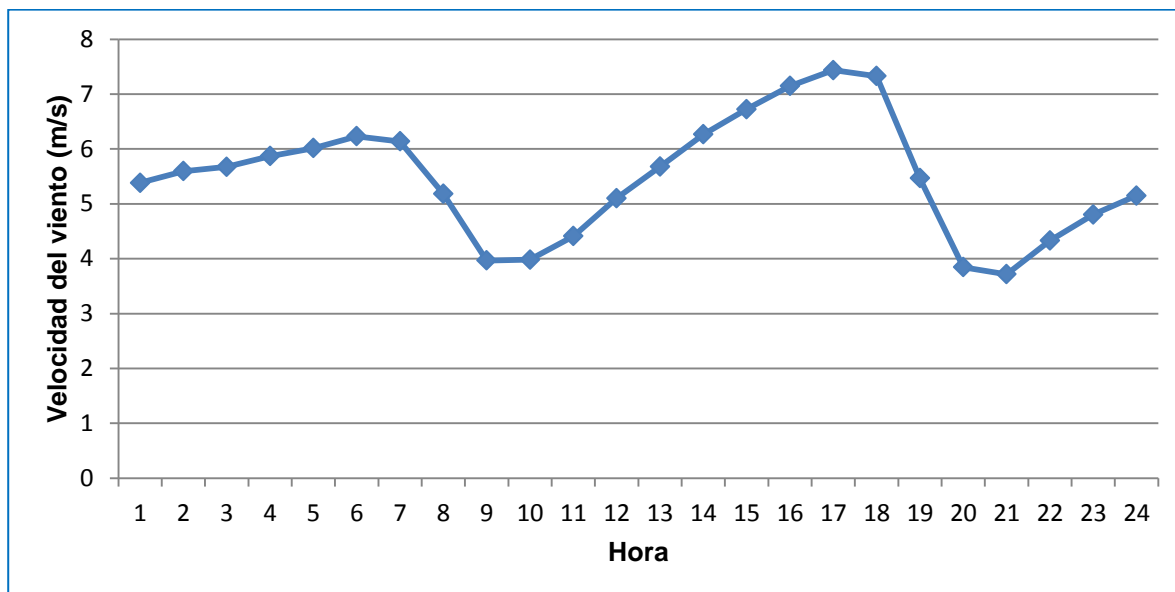
Figura 3-12: Perfil Velocidad de viento promedio horario Estación Esperanza Sur



A partir del gráfico anterior se puede inferir que los vientos del área del Proyecto presentan dos máximos diarios. El primero de ellos en torno a las 7:00 hrs., coincidente con el final del periodo nocturno, y el segundo en torno a las 17 hrs. coincidente con el periodo en que se alcanza la temperatura máxima diaria.

En paralelo, en el caso de la estación Encuentro, el perfil da cuenta de un descenso de la velocidad de viento a inicio del período diurno para posteriormente recuperarse y alcanzar el peak a finales de este último, coincidente con el peak de temperatura diaria, previo a un nuevo descenso.

Figura 3-13: Perfil Velocidad de viento promedio horario Estación Encuentro



Viento en el entorno del Proyecto

El comportamiento en el entorno del Proyecto es factible de describir a partir de la información disponible en las estaciones complementarias. A continuación, mediante la Tabla 3-5 y apoyo gráfico se presenta el comportamiento promedio de esta variable y su relación con las estaciones Esperanza Sur y Encuentro.

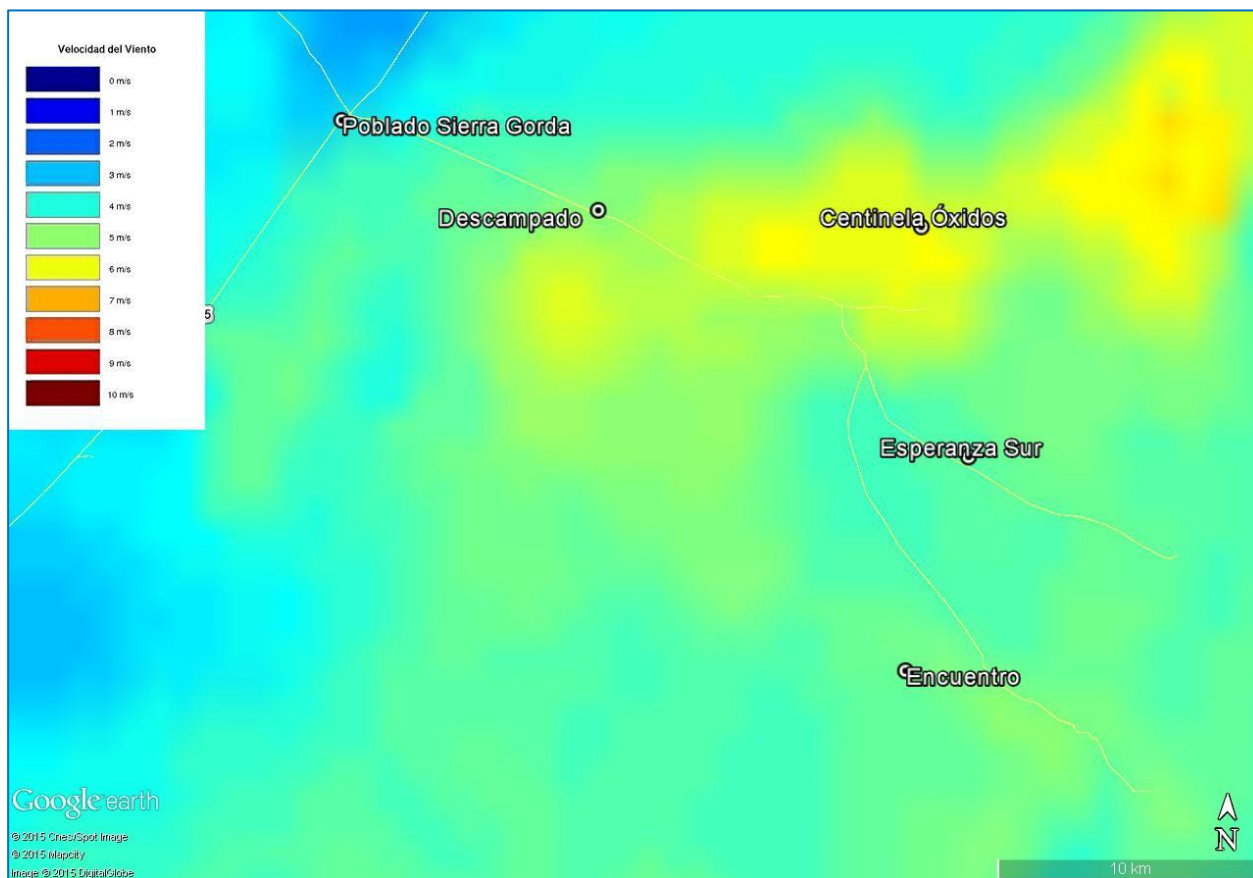
Tabla 3-5: Variación de la velocidad (m/s) del viento a lo largo de 24 horas durante el año 2011 en la red de monitoreo Sector Mina-Planta

Período	Regimen	Estación de monitoreo				
		Esperanza Sur	Encuentro	Centinela Óxidos	Descampado	Poblado Sierra Gorda
0 - 3	Nocturno	3,93	5,55	7,10	7,67	1,33
3 - 6	Nocturno	4,41	6,04	8,05	9,02	1,47
6 - 9	Nocturno	4,43	5,09	8,55	8,04	1,40
9 - 12	Diurno (transición)	4,24	4,50	5,46	3,82	1,88
12 - 15	Diurno	5,71	6,22	5,30	5,29	3,69
15 - 18	Diurno	6,85	7,30	6,69	7,34	5,25
18 - 21	Diurno (transición)	3,87	4,34	5,32	5,00	4,92
21 - 24	Nocturno	3,26	4,76	4,72	5,62	1,48
Promedio	Período diurno	5,16	5,59	5,69	5,36	3,94
	Período nocturno	4,00	5,36	7,10	7,59	1,42
	Día Completo	4,59	5,48	6,40	6,47	2,68

A partir de la Tabla 3–5 se desprende, en primer lugar, que la velocidad del viento, no obstante la diferencia de cotas, es al menos un 15% mayor en las estaciones ubicadas en el barrio cívico de la línea de óxidos (2.125 msnm) y Descampado (1.818 msnm) que en las estaciones Encuentro y Esperanza Sur, ubicadas a mayor altitud, situación que obedece a las características de la topografía regional. En efecto, de acuerdo a los estudios desarrollados por el Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile para el Ministerio de Energía, disponibles a través del Explorador de Energía Eólica y Solar³, la zona de la Quebrada Los Arrieros, donde se emplazan Centinela Óxidos y Descampado, presenta una mayor velocidad de viento que su entorno cercano debido al flujo de aire, principalmente nocturno, que circula a través de ella. Lo anterior es posible visualizarlo en la siguiente figura que muestra resultados del trabajo mencionado.

³ Disponible en <http://ernc.dgf.uchile.cl/Explorador/E3S/> (Visitada por última vez el 18 de diciembre de 2014)

Figura 3-14: Explorador de energía eólica – Velocidad del viento a 10 m de altura en Sector Mina-Planta



Fuente: Explorador de energía eólica y solar. Disponible en <http://ernc.dgf.uchile.cl/Explorador/E3S/> (visitado el 18 de diciembre de 2014).

Por otra parte, resalta igualmente de la Tabla 3–5 el hecho que la velocidad del viento sea significativamente menor en la estación Poblado Sierra Gorda, situación que gráficamente representa también el resultado de la investigación del Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile, expuesto en la figura anterior, donde se observa que en la localidad de Sierra Gorda se presenta la menor intensidad, simbolizada por los colores más fríos.

En cuanto a la dirección del viento, fundamental para una adecuada descripción del campo de vientos del área, en la siguiente tabla se presenta un resumen de las direcciones predominantes cada 3 horas a lo largo de un día en los 12 meses registrados.

Tabla 3–6: Direcciones de viento predominantes a lo largo de 24 horas en la red de monitoreo Sector Mina-Planta

Período	Regimen	Estación de monitoreo				
		Esperanza Sur	Encuentro	Centinela Óxidos	Descampado	Poblado Sierra Gorda
0 - 3	Nocturno	ENE (38,5%) E (29,4%) ESE (12,1%)	ESE (55,3%) E (15,1%) SE (13,7%)	NE (54,8%) ENE (35%)	E (63,3%) ESE (23,3%)	NE (34,8%) NNE (28,1%)
3 - 6	Nocturno	ENE (35,3%) E (34,5%) ESE (13,1%)	ESE (57,4%) SE (20,8%) E (10,1%)	ENE (49%) NE (39,8%)	E (73,2%) ESE (20,5%)	NNE (40,3%) NE (33,7%)
6 - 9	Nocturno	ENE (37,6%) E (24,6%) NE (11,8%)	ESE (38,8%) SE (17,1%) E (11,4%)	ENE (54,1%) NE (26,9%) E (15,8%)	E (65,8%) ESE (15,7%)	NNE (43,9%) NE (25,1%)
9 - 12	Diurno (transición)	ONO (27,5%) NO (15%)	O (20%) ONO (20%) NNO (14,1%)	ENE (27,5%) E (20,6%) O (18,1%)	NO (22,1%) NNO (18,8%) ONO (15,4%)	N (30,9%) NNE (25,1%)
12 - 15	Diurno	ONO (39%) O (28,6%) NO (25,8%)	ONO (34,6%) O (23,9%) NO (21,2%)	O (46,3%) OSO (20,5%) ONO (18,4%)	NO (24,3%) ONO (19,6%) O (19,5%)	NNO (29,9%) NO (13,7%) N (12,5%)
15 - 18	Diurno	O (50,7%) NO (20,1%) ONO (19,4%)	O (39,3%) ONO (31%) NO (15,4%)	OSO (32,6%) O (32,1%) ONO (24,1%)	OSO (48,8%) O (13,7%) NNO (13,4%)	SO (31,8%) NNO (18,5%) NO (13,2%)
18 - 21	Diurno (transición)	O (23,6%) OSO (20,3%) SE (7,7%)	O (28,9%) ESE (14,1%)	OSO (34,3%) SO (31,8%)	OSO (37,6%) SO (19,5%) SE (10,8%)	SO (49,9%) SSO (23,4%)
21 - 24	Nocturno	ENE (43,7%) E (18,4%) NE (11,5%)	ESE (44,1%) E (18,4%) ENE (11,6%)	NE (42,6%) ENE (25,9%)	ESE (33%) E (28,3%) SE (18,9%)	SSO (19,9%) NE (15,4%) SO (14%)
Promedio	Diurno	O (28,5%) ONO (22,1%) NO (15,9%)	O (28%) ONO (23,4%) NO (12,2%)	O (26%) OSO (23,6%) ONO (14,4%)	OSO (25,6%) NO (14,7%) NNO (13,6%)	SO (24,7%) NNO (15,9%) N (12,6%)
	Nocturno	ENE (38,8%) E (26,7%)	ESE (48,9%) SE (15,8%)	NE (41%) ENE (41%)	E (57,6%) ESE (23,1%)	NNE (30,4%) NE (27,1%)
	Diario	ENE (21,1%) O (14,4%) E (13,9%)	ESE (26,3%) O (14,5%) ONO (12,1%)	ENE (24,3%) NE (21,5%) O (13,7%)	E (29,8%) ONO (13,1%) ESE (12,9%)	NNE (18,6%) SO (14,4%) NE (14,2%)

De la tabla anterior se desprende que, salvo en la estación Poblado Sierra Gorda, los vientos durante el período diurno provienen del tercer y cuarto cuadrante (hemisferio Oeste), situación que se revierte en el período nocturno en el cual el viento proviene desde el primer y segundo cuadrante. En el caso de Sierra Gorda, al igual que en el caso de la velocidad, el régimen de dirección del viento difiere, con masas de aire que provienen principalmente desde el Sur y Noroeste (tercer y cuarto cuadrante) en el día y el ENE en la noche (primer cuadrante), con escasa presencia de vientos desde el segundo cuadrante. Lo anterior se aprecia también en las siguientes rosas de viento que representan los períodos diurnos y nocturnos.

Tabla 3-7: Rosas de viento período diurno en estaciones Sector Mina-Planta

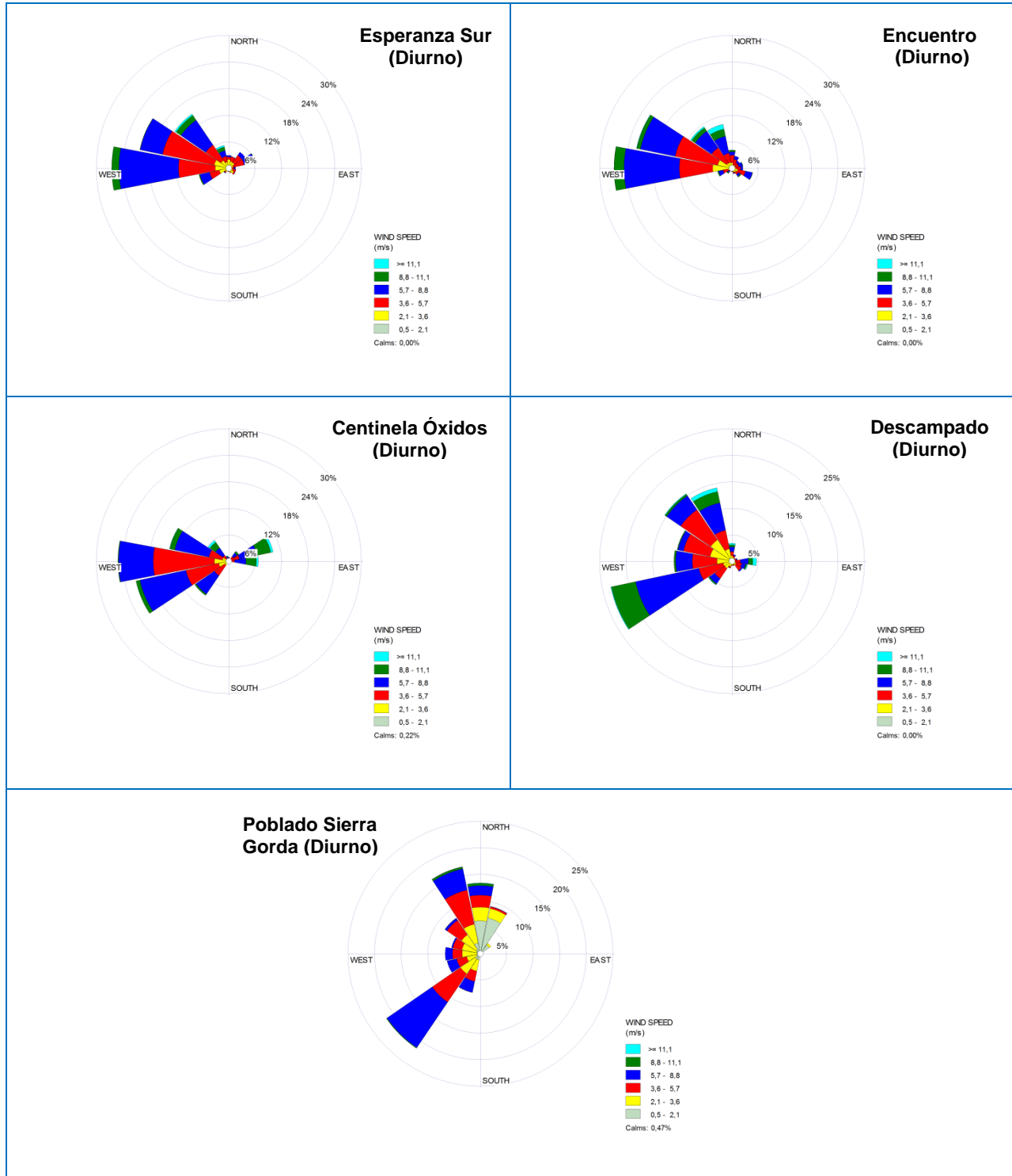


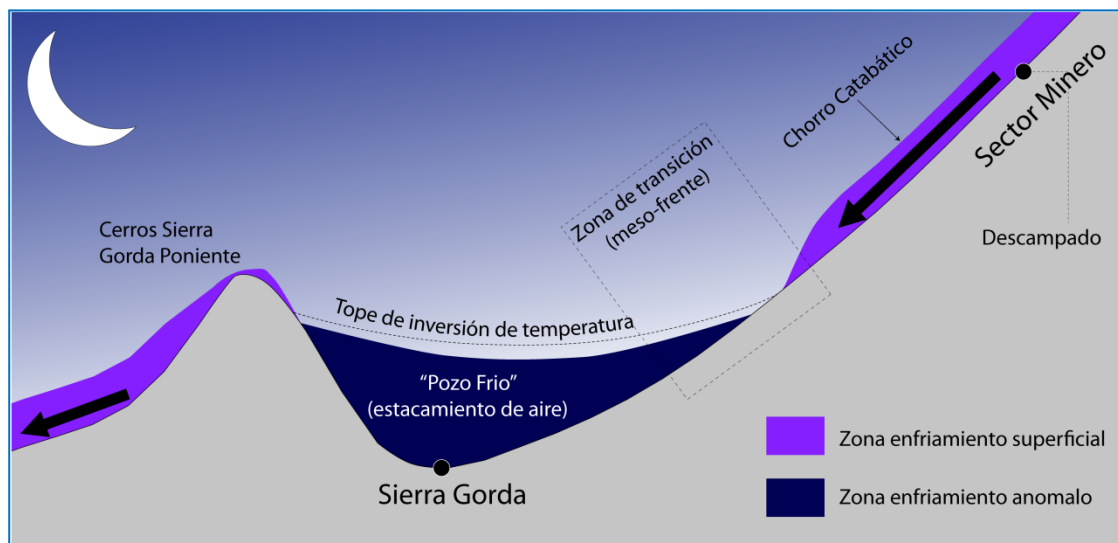
Tabla 3-8: Rosas de viento período nocturno en estaciones Sector Mina-Planta



Las características del comportamiento del viento en la localidad de Sierra Gorda y su diferencia con respecto al comportamiento de las restantes estaciones son motivo de un análisis particular que permita encontrar la razón para tal comportamiento y, con ello, la implicancia que tiene a nivel local. De este análisis se concluye que las características de la zona hacen de la ubicación de la localidad de Sierra Gorda un pozo de aire frío en el cual las masas de aire provenientes del este no son capaces de penetrar. En efecto, dada la condición de pozo frío, el aire tiende a estacancarse, coincidiendo con la menor velocidad registrada en la estación Poblado Sierra Gorda, la cual no supera los 1,5 m/s en el período nocturno.

La Figura 3-15 describe el régimen de circulación de viento en el período nocturno donde, tal como se señaló previamente, el viento registrado en las estaciones Esperanza Sur, Encuentro, Centinela Óxidos y Descampado proviene desde el primer y segundo cuadrante. En ella se grafica el fenómeno de “Pozo Frío” que tiene lugar gracias a la topografía del área, marcada por una formación de cerros inmediatamente al poniente de Sierra Gorda.

Figura 3-15: Diagrama esquemático que identifica los elementos claves de la circulación nocturna de viento en la zona de Sierra Gorda



Fuente: (UNTEC, 2011). Estudio y Modelación de la zona de Sierra Gorda.

▪ **Temperatura**

Para la variable temperatura se dispone de información en la estaciones Centinela Óxidos (2.125 msnm), Descampado (1.818 msnm) y Poblado Sierra Gorda (1.625 msnm), con lo cual es posible describir el comportamiento diario de esta variable en el área. En particular, por similitud de altitud, la temperatura en la primera estación mencionada resulta ser la más

representativa del sitio donde tendrá lugar el presente Proyecto en el Sector Mina-Planta, permitiendo las estaciones restantes (Descampado y Poblado Sierra Gorda) caracterizar el entorno de este último.

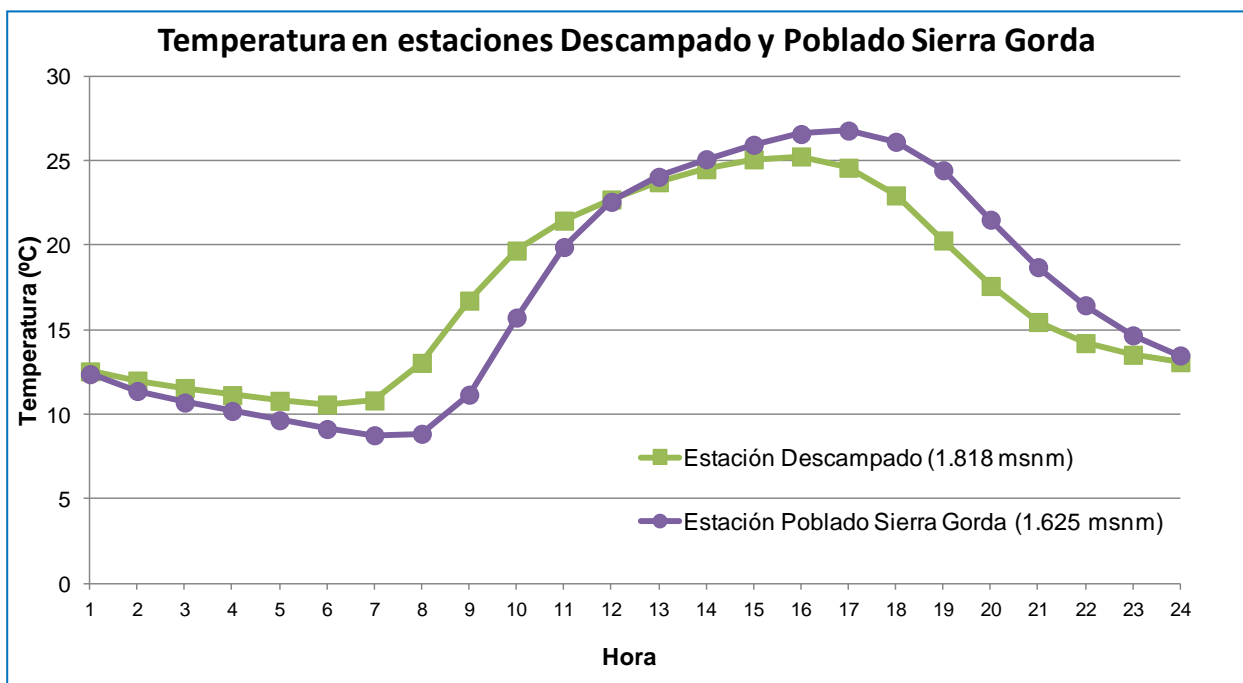
Tabla 3–9: Variación diaria de la temperatura (°C) en estaciones Sector Mina-Planta

Hora	Centinela Óxidos	Descampado	Poblado Sierra Gorda
1	9,44	12,91	12,56
2	8,84	12,37	11,61
3	8,30	11,94	10,92
4	7,90	11,56	10,46
5	7,55	11,23	9,97
6	7,28	10,96	9,50
7	7,09	11,15	9,14
8	7,20	13,30	9,31
9	9,16	16,93	11,82
10	13,38	19,96	16,21
11	17,26	21,73	20,29
12	19,36	22,99	22,93
13	20,40	24,02	24,41
14	21,19	24,80	25,45
15	21,85	25,37	26,31
16	22,33	25,47	26,94
17	22,50	24,76	27,01
18	22,05	23,14	26,23
19	20,70	20,52	24,52
20	18,34	17,83	21,56
21	15,59	15,70	18,70
22	13,04	14,50	16,52
23	11,21	13,82	14,79
24	10,11	13,39	13,61
Promedio Diario	14,25	17,51	17,53

De la Tabla 3–9 se infiere, como es de esperarse, que la temperatura promedio disminuye con la altura geográfica, existiendo una notoria diferencia entre el comportamiento de esta variable en la estación a mayor cota (Centinela Óxidos) y las dos restantes, diferencia que no es tan significativa entre las estaciones Descampado y Poblado Sierra Gorda, no obstante los casi 200 metros que separan, en la vertical, su cota de ubicación. La siguiente figura muestra, gráficamente, la evolución de la temperatura en estas dos últimas estaciones, en la cual se

evidencia que durante el periodo nocturno, no obstante su menor cota, la temperatura en la estación Poblado Sierra Gorda es inferior a la de la estación Descampado, lo cual concuerda con lo descrito previamente en relación al fenómeno de “pozo frío” que tiene lugar en la localidad de Sierra Gorda.

Figura 3-16: Comportamiento horario promedio de la temperatura (°C) en estaciones Descampado y Poblado Sierra Gorda



▪ **Humedad Relativa**

Para la variable humedad relativa se dispone de información en las estaciones Centinela Óxidos (2.125 msnm), Descampado (1.818 msnm) y Poblado Sierra Gorda (1.625 msnm), con lo cual es posible describir el comportamiento diario de esta variable en el área.

Tabla 3–10: Variación diaria de la humedad relativa (%) en estaciones Sector Mina-Planta

Hora	Centinela Óxidos	Descampado	Poblado Sierra Gorda
1	31,80	25,65	28,39
2	32,33	26,04	28,69
3	32,90	26,32	29,08
4	33,33	26,73	29,38
5	33,76	27,09	30,10
6	34,10	27,38	30,83

Hora	Centinela Óxidos	Descampado	Poblado Sierra Gorda
7	34,42	27,00	31,51
8	34,15	24,04	31,27
9	30,89	20,42	27,71
10	25,38	18,06	23,01
11	21,42	16,43	19,01
12	19,41	14,72	16,27
13	18,15	13,41	14,47
14	16,97	12,44	13,20
15	16,02	11,63	12,02
16	15,21	11,64	11,20
17	14,83	13,12	11,39
18	15,79	15,47	12,86
19	18,35	18,85	14,88
20	21,90	22,70	18,39
21	25,92	25,16	22,78
22	28,86	25,86	26,20
23	30,46	25,91	27,92
24	31,33	25,66	28,33
Promedio Diario	25,74	20,91	22,45

De la Tabla 3–10 se infiere que el comportamiento de la humedad relativa diaria tiene directa relación con la curva que describe la temperatura en la zona en estudio, siendo ambas variables inversamente proporcionales. De esta manera, la humedad relativa desciende entre las 10:00 y las 20:00 hrs, aproximadamente, alcanzando su mínimo entre las 15:00 y las 18:00 hrs.

- **Presión Atmosférica**

Para la variable presión atmosférica se dispone de información en las estaciones Centinela Óxidos (2.125 msnm) y Descampado (1.818 msnm), con lo cual es posible describir el comportamiento diario de esta variable en el área.

Tabla 3–11: Variación diaria de la presión atmosférica (mbar) en estaciones Centinela Óxidos y Descampado

Hora	Centinela Óxidos	Descampado
1	792,49	820,61
2	792,28	820,28
3	791,96	819,90
4	791,59	819,60

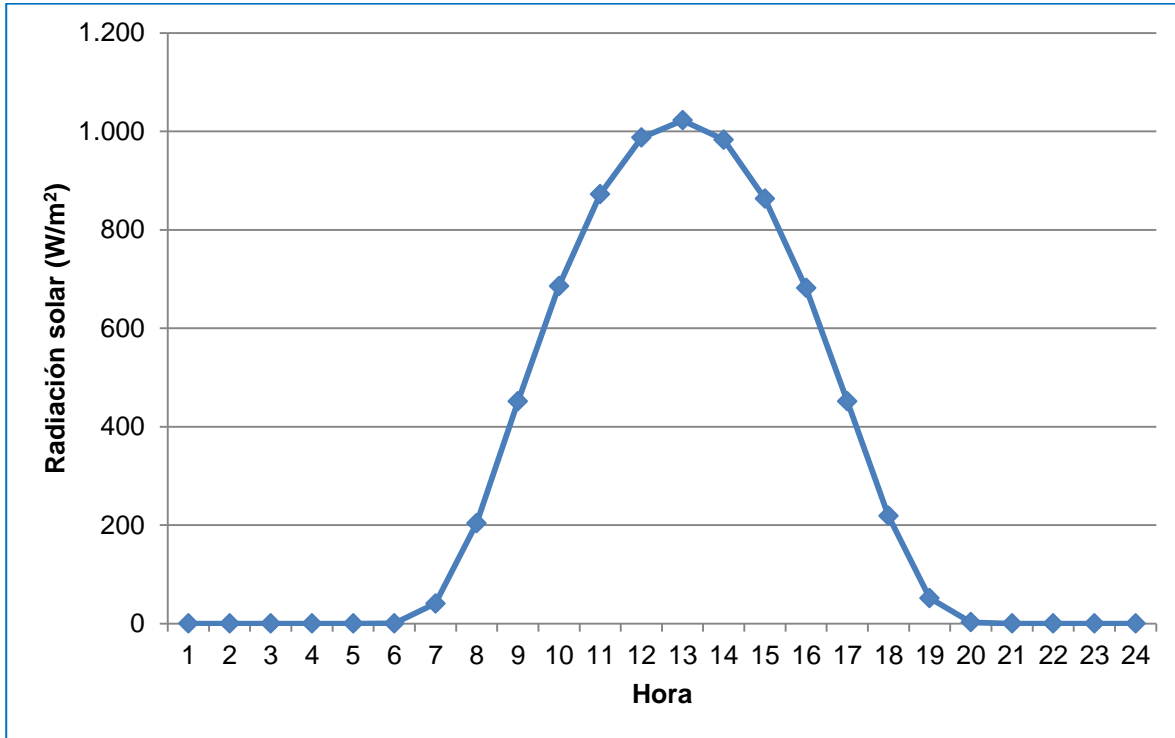
Hora	Centinela Óxidos	Descampado
5	791,28	819,46
6	791,15	819,56
7	791,21	819,84
8	791,47	820,20
9	791,74	820,51
10	791,92	820,67
11	792,02	820,61
12	791,99	820,30
13	791,76	819,80
14	791,38	819,20
15	790,88	818,60
16	790,36	818,21
17	790,01	818,13
18	789,93	818,45
19	790,21	819,05
20	790,77	819,79
21	791,44	820,39
22	791,99	820,75
23	792,35	820,89
24	792,52	820,83
Promedio Diario	791,45	819,82

En la Tabla 3–11 se aprecia la significativa variación de la presión atmosférica con la altura, única variable que incide de manera significativa sobre este parámetro toda vez que a lo largo del día se mantiene relativamente constante.

- **Radiación Solar**

Para la variable radiación solar se dispone de información en la estación Descampado (1.818 msnm), con lo cual es posible describir el comportamiento diario de esta variable en el área.

Figura 3-17: Radiación Solar promedio horaria (W/m^2), Estación Descampado



El gráfico anterior muestra que la radiación solar alcanza su máximo, correspondiente a $1.022 W/m^2$, en torno a las 13 hrs.

▪ **Precipitación**

Durante el período en estudio, la precipitación en la estación Centinela Óxidos alcanzó los 4,6 mm, valor dentro de rangos normales para una zona de clima desértico.

Sector Ductos

La meteorología del Sector Ductos, dada su extensión, resulta de compleja caracterización. Por una parte, la meteorología en la zona oriental corresponde a aquella descrita en el Sector Mina-Planta mientras que aquella correspondiente a la zona occidental, en el área costera, corresponde a aquella que se describirá posteriormente para el Sector Muelle Esperanza.

Por otra parte, el área media del Sector Ductos se caracteriza por la ausencia de población y la escasa actividad industrial lo que limita la disponibilidad de información. En efecto, en esta zona sólo se cuenta con la información registrada en la Estación Antucoya I, propiedad de Minera Antucoya, cuyos datos se presentan a continuación.

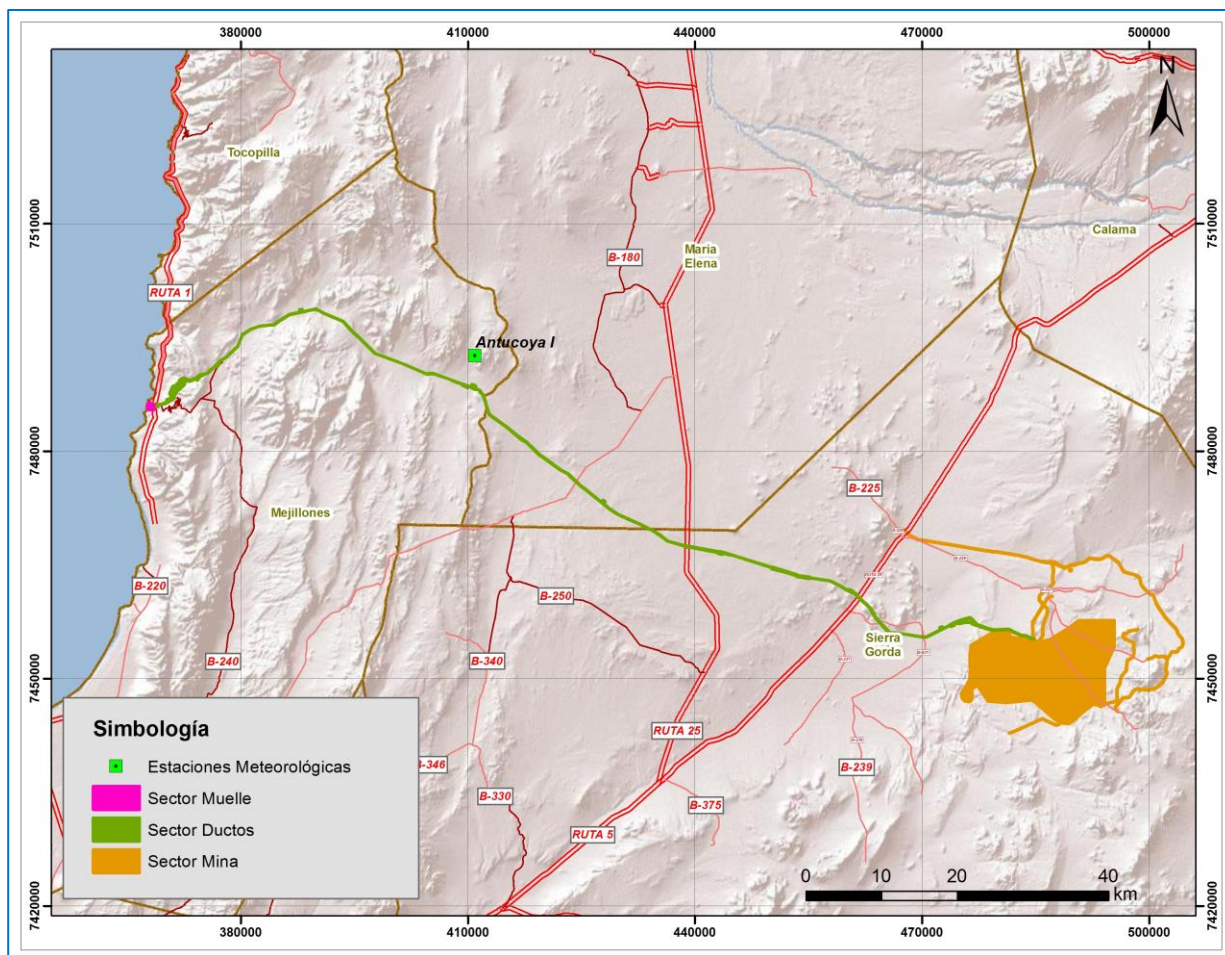
a) Antecedentes del monitoreo meteorológico

Tal como se indicó previamente, la meteorología del Sector Ductos, en particular de su área media, se caracterizó a partir de la información registrada en la estación denominada Antucoya I, propiedad de Minera Antucoya y cuya ubicación se presenta en la Tabla 3–12. Para esta estación se dispone de información durante el período comprendido entre marzo de 2010 y febrero de 2011, totalizando 12 meses consecutivos de datos.

Tabla 3–12: Estación Meteorológica área media Sector Ductos

Estación	UTM WGS84 19S		Altitud (msnm)
	Este	Sur	
Estación Antucoya I	410.950	7.492.596	1.544

Figura 3-18: Ubicación Espacial Estación Antucoya I



Fuente: Elaboración propia.

b) Variables registradas

En la Tabla 3–13 se da a conocer las variables meteorológicas a presentar en la estación Antucoya I. Cabe señalar que no obstante dicha estación posee registro de velocidad y dirección de viento, no se presenta su revisión debido a que no resultan ser registros representativos más allá de un radio acotado en el entorno de la estación, en circunstancias que el Sector Ductos corresponde a un trazado lineal.

Tabla 3–13: Resumen de variables meteorológicas disponibles en estación Antucoya I

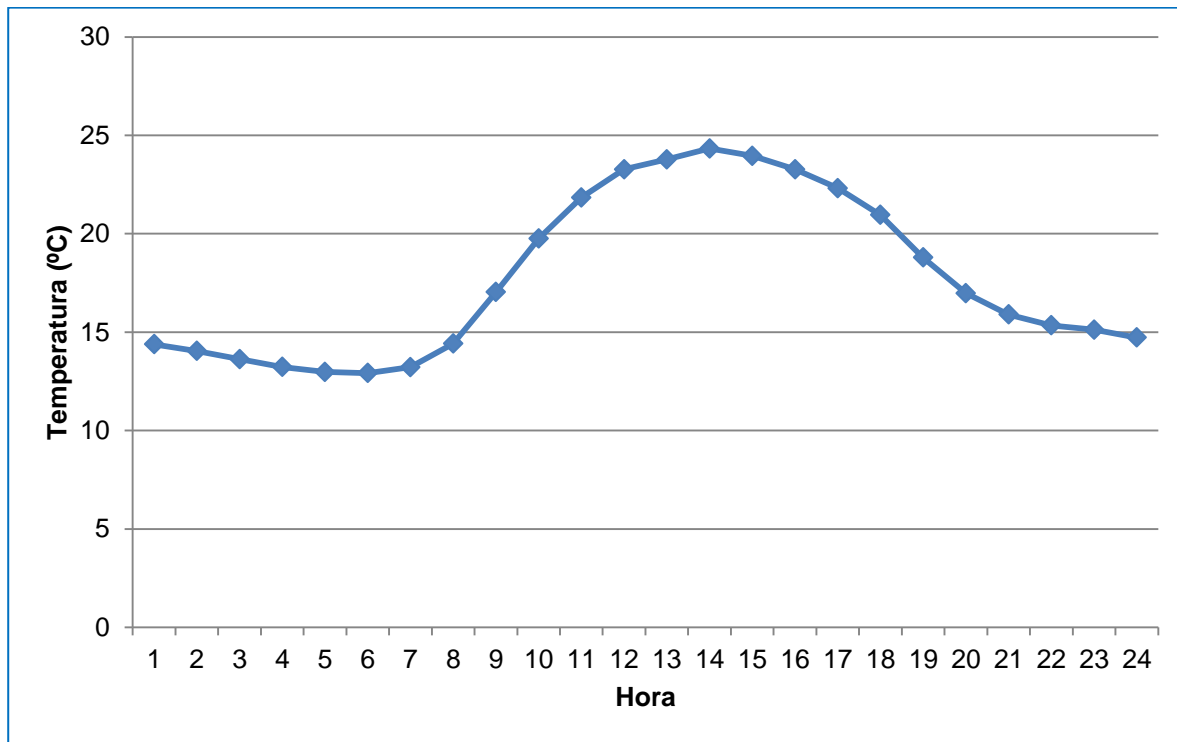
Estación	Temperatura (C°)	Humedad Relativa (%)	Presión Atmosférica (mbar)	Radiación Solar (W/m ²)
Estación Antucoya 1	✓	✓	✓	✓

A continuación se exponen las variables meteorológicas registradas en la estación Antucoya I.

- **Temperatura**

A continuación se presenta el perfil de variación horaria de la temperatura en la estación Antucoya I.

Figura 3-19: Temperatura promedio horaria, Estación Antucoya I

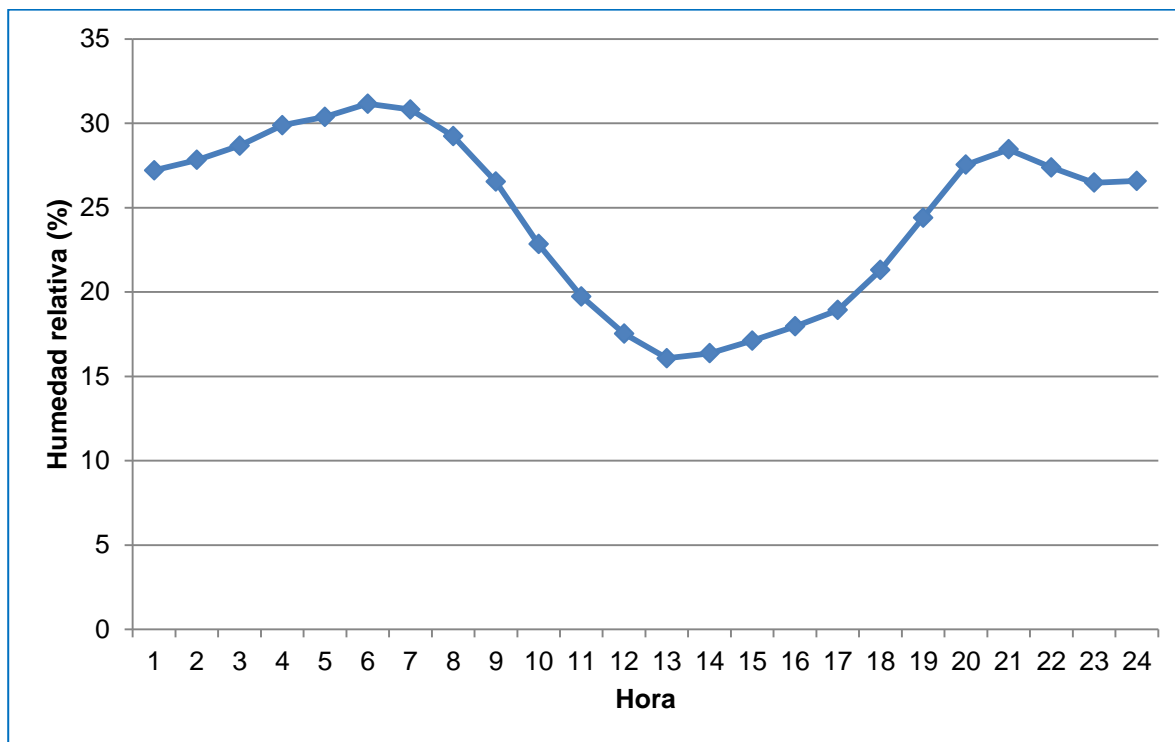


De acuerdo al perfil diario de temperatura promedio registrado en Estación Antucoya I, se observa un incremento de ésta durante el periodo diurno, entre 10:00 y 18:00 hrs., alcanzando su máximo entre 14:00 y 15:00 hrs., en torno a los 24,5°C.

- **Humedad Relativa**

A continuación se muestra el comportamiento promedio que posee la variable Humedad Relativa a través de un día completo para la Estación Antucoya I.

Figura 3-20: Humedad Relativa promedio horaria, Estación Antucoya I

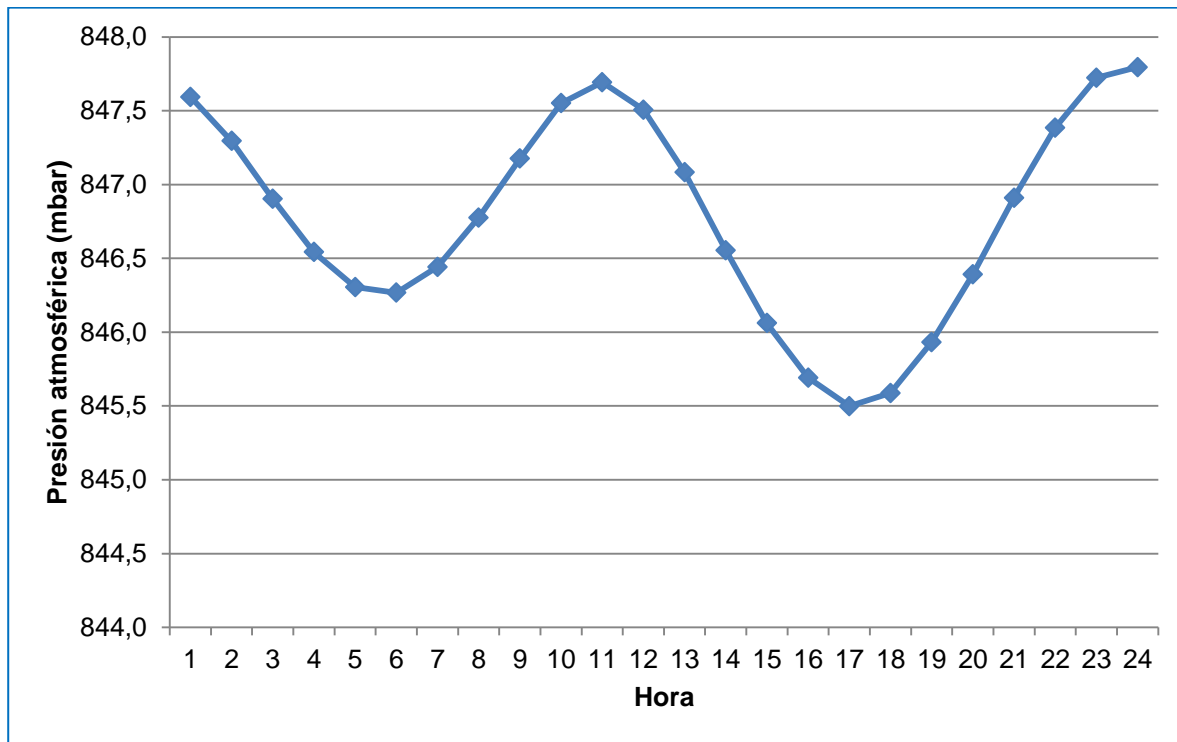


A partir del perfil anterior se puede observar la directa relación existente entre los perfiles de temperatura y humedad, siendo ambos inversamente proporcionales. Así, el valle de la curva se pronuncia entre 10:00 y 18:00 hrs, alcanzando un mínimo de 16,3%, entre 13:00 y 14:00 hrs.

- **Presión Atmosférica**

El siguiente gráfico da a conocer el comportamiento promedio para la variable Presión Atmosférica registrado en Estación Antucoya I a través de un día completo.

Figura 3-21: Presión Atmosférica promedio horaria, Estación Antucoya I

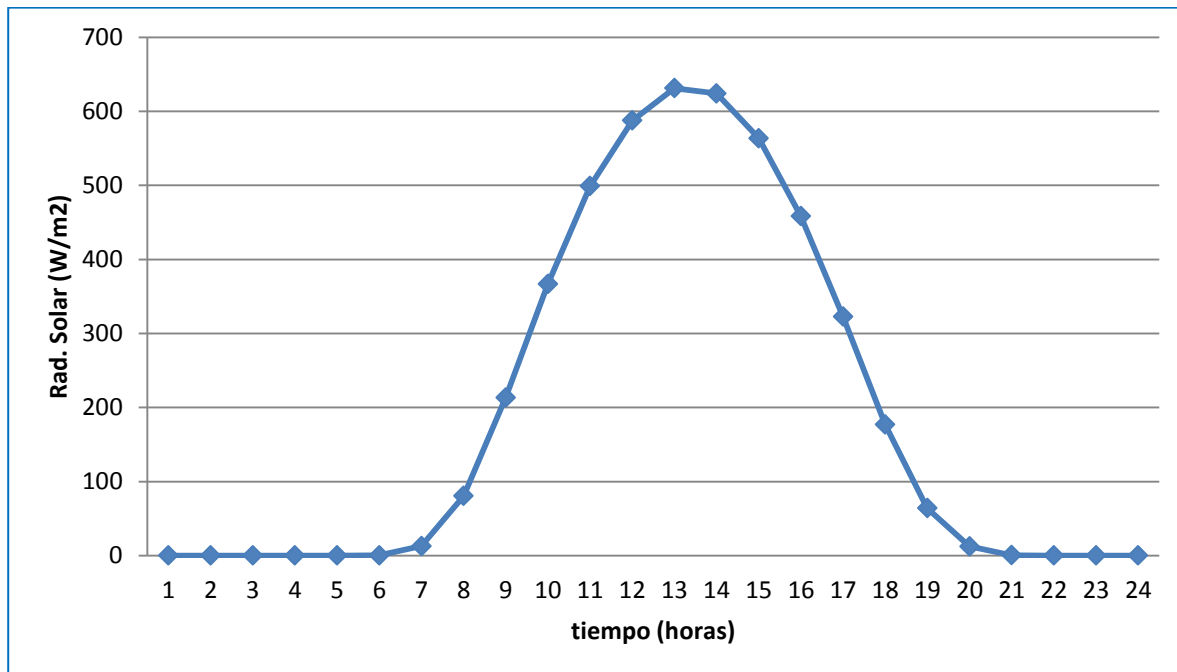


En el gráfico recién expuesto se puede observar el perfil promedio diario de la Presión Atmosférica registrada en Estación Antucoya I, ubicada a 1544 msnm. En él se aprecia el comportamiento de la variable caracterizado con dos ciclos diarios los cuales poseen valores relativamente constantes con una variación entre máximos y mínimos de la curva en torno a 2 mbar.

- **Radiación Solar**

El siguiente gráfico se distingue el comportamiento de la variable Radiación Solar, según los datos registrados en la Estación Antucoya I en un día completo.

Figura 3-22: Radiación Solar promedio horaria, Estación Antucoya I



El gráfico recién expuesto da cuenta que entre 13:00 y 14:00 hrs. se alcanza el máximo de radiación solar con un valor promedio de 631,21 W/m².

Sector Muelle

La meteorología del Sector Muelle ha sido caracterizada gracias a la información registrada en la estación Poblado Michilla, de propiedad de Minera Centinela.

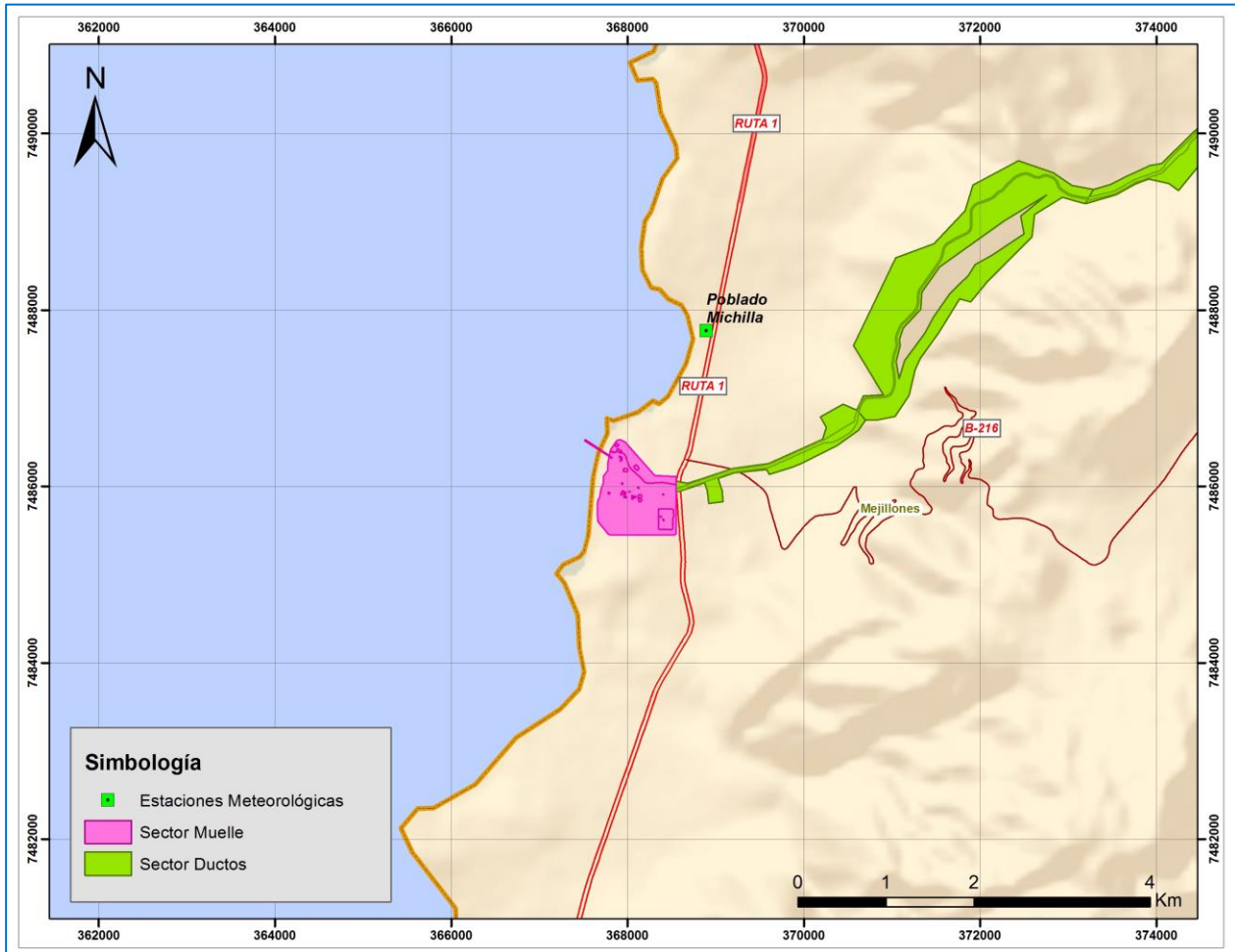
a) Antecedentes del monitoreo meteorológico

La estación Poblado Michilla se ubica en la caleta del mismo nombre y cuenta con información de monitoreo para el todo el año calendario 2011. Su ubicación se presenta en la Tabla 3-14 y la Figura 3-23.

Tabla 3-14: Estación Meteorológica Sector Muelle Esperanza

Estación	UTM WGS84 19S		Altitud (msnm)
	Este	Sur	
Estación Poblado Michilla	368.896	7.487.764	22

Figura 3-23: Ubicación Espacial Estación Poblado Michilla



Fuente: Elaboración propia.

b) Variables registradas

En la Tabla 3–15 se da a conocer las variables meteorológicas registradas en Poblado Michilla.

Tabla 3–15: Resumen de variables meteorológicas disponibles en estación Poblado Michilla

Estación	Temperatura (C°)	Humedad Relativa (%)	Presión Atmosférica (mbar)	Velocidad Viento (m/s)	Dirección Viento (°)
Estación Poblado Michilla	✓	✓	✓	✓	✓

A continuación se exponen las variables meteorológicas registradas en la estación Poblado Michilla.

▪ **Vientos**

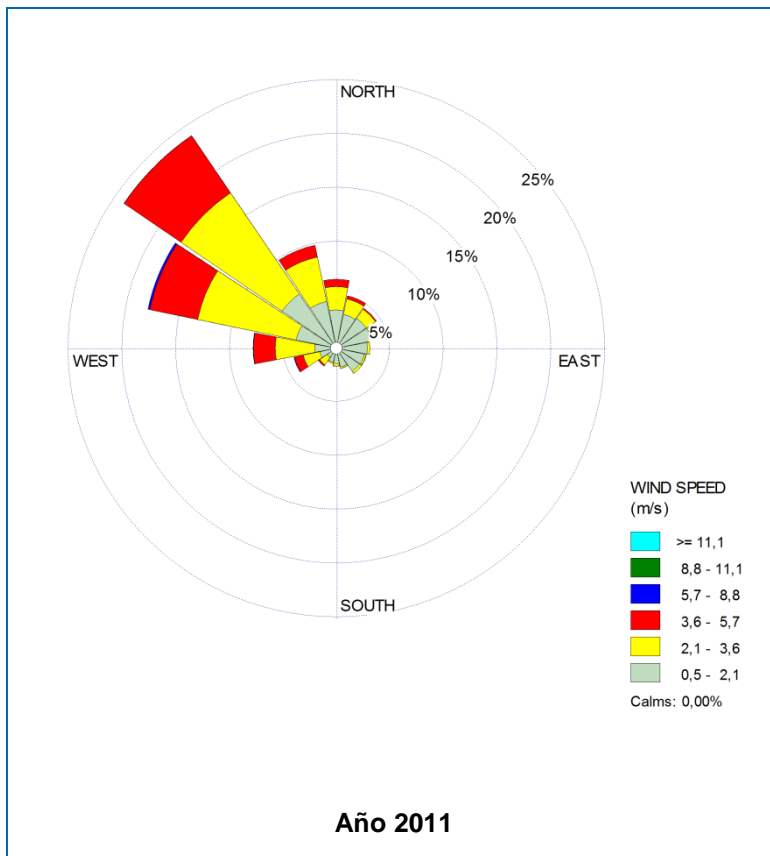
Periodo Completo

El período completo de monitoreo permite describir el comportamiento anual del viento en el Sector Muelle, el cual se resume a través de la Tabla 3–16 y la Figura 3-24.

Tabla 3–16: Frecuencia porcentual según dirección y velocidad del viento

Dirección Viento	Rango Velocidad del viento [m/s]				Porcentaje dirección del viento
	0,5 - 2,1	2,1 - 3,6	3,6 - 5,7	5,7 - 8,8	
N	3,6	2,1	0,7	0,0	6,4
NNE	3,3	1,4	0,3	0,0	5,0
NE	3,4	1,0	0,1	0,0	4,6
ENE	3,4	0,6	0,0	0,0	4,1
E	3,0	0,2	0,0	0,0	3,2
ESE	2,7	0,2	0,0	0,0	2,9
SE	2,7	0,2	0,0	0,0	2,9
SSE	1,9	0,1	0,0	0,0	2,0
S	1,5	0,2	0,0	0,0	1,7
SSW	1,4	0,1	0,0	0,0	1,5
SW	1,1	0,8	0,1	0,0	2,1
WSW	1,6	1,6	0,8	0,1	4,1
W	2,1	3,7	2,0	0,0	7,8
WNW	3,9	9,3	4,5	0,2	17,9
NW	6,2	11,3	6,4	0,0	23,9
NNW	4,5	4,2	1,1	0,0	9,8
Porcentaje Velocidad	46,2	37,2	16,3	0,3	100,0

Figura 3-24: Rosa de viento Estación Poblado Michilla (Periodo Completo)



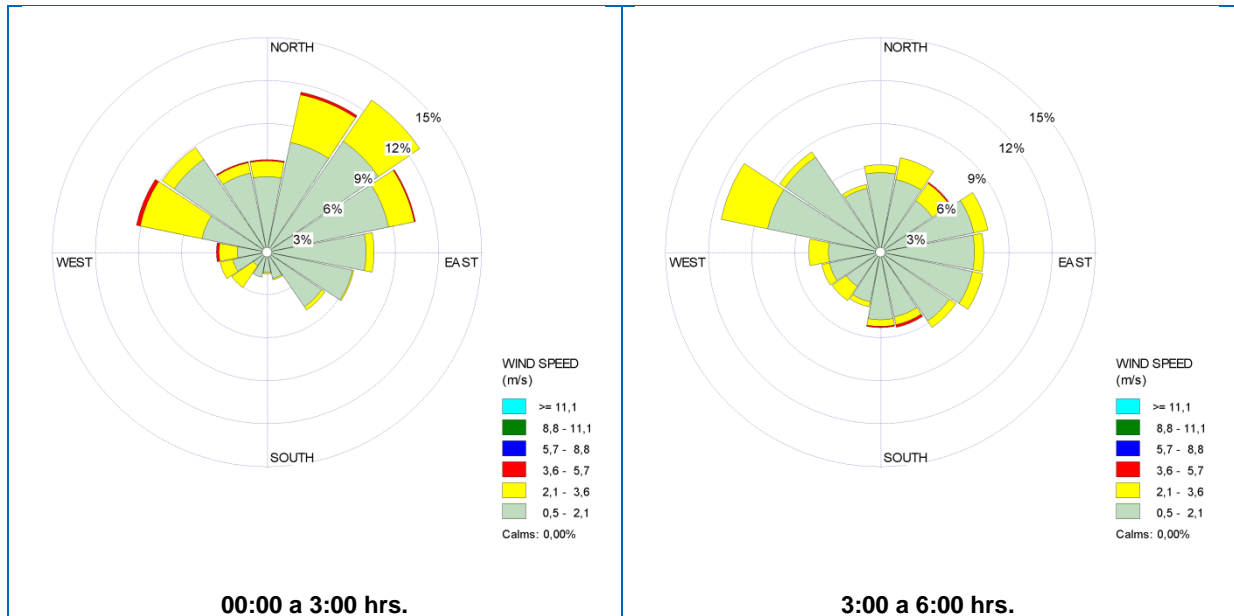
En relación a la Tabla 3–16 y la Figura 3-24, se puede observar que la procedencia principal de los vientos es la NO, la cual se presenta durante un 23,9% del tiempo total. Posteriormente, se observa la dirección ONO, presente durante el 17,9% del tiempo total.

Con respecto a la velocidad del viento, se observa un promedio de 2,36 m/s.

A continuación se presentan las rosas de viento que dan cuenta de la situación meteorológica cada tres horas, de tal forma de obtener el panorama promedio a lo largo de un día completo.

Análisis cada 3 horas

Figura 3-25: Rosas de viento Estación Poblado Michilla, 00:00 a 3:00 hrs y 3:00 a 6:00 hrs.

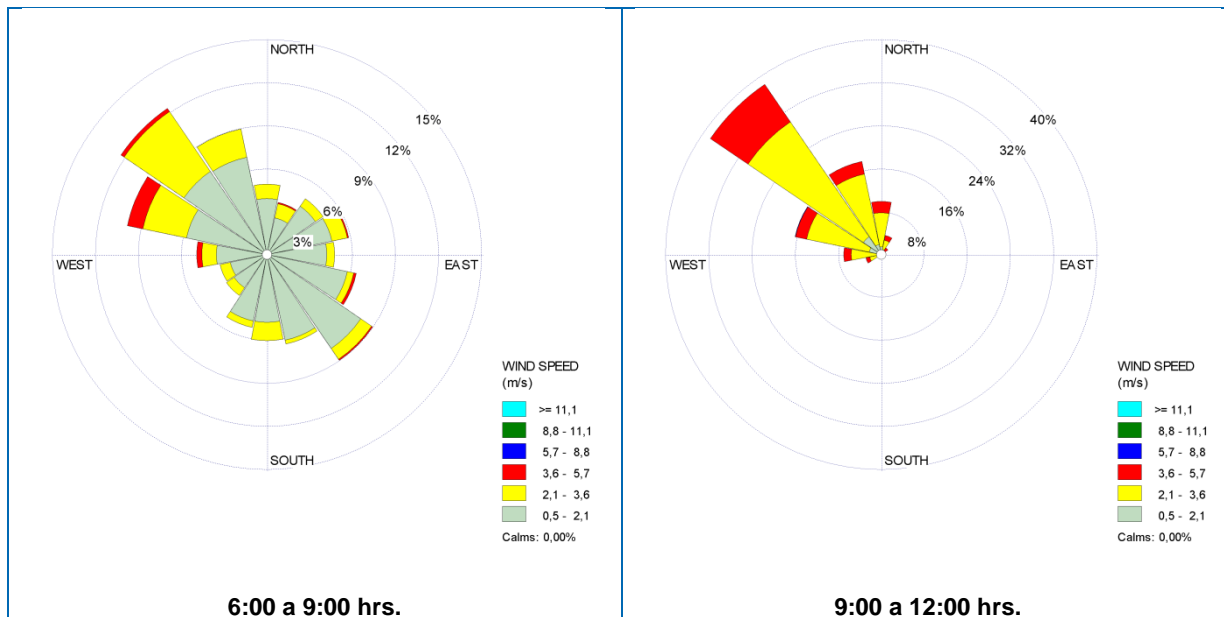


En las rosas expuestas se puede observar que durante el periodo nocturno, comprendido entre 00:00 y 6:00 hrs, existe una diversificada procedencia de los vientos. Como principal dirección se observa la ONO, presente durante el 10,3% del tiempo total, la cual es seguida por procedencia NE y ENE, presentes durante el 9,4% y 9,1% del tiempo total, respectivamente.

Entre las 00:00 y 3:00 hrs. la principal dirección de procedencia de vientos es la NE, desarrollada en un 12,9% del tiempo total. Durante este periodo la velocidad promedio corresponde a 1,63 m/s.

Posteriormente, entre las 3:00 y 6:00 hrs, se observa como principal dirección la ONO, la cual se desarrolla durante el 11,3% del tiempo total. Para este periodo se tiene un promedio de velocidad de 1,48 m/s.

Figura 3-26: Rosas de viento Estación Poblado Michilla, 6:00 a 9:00 hrs. y 9:00 a 12:00 hrs.

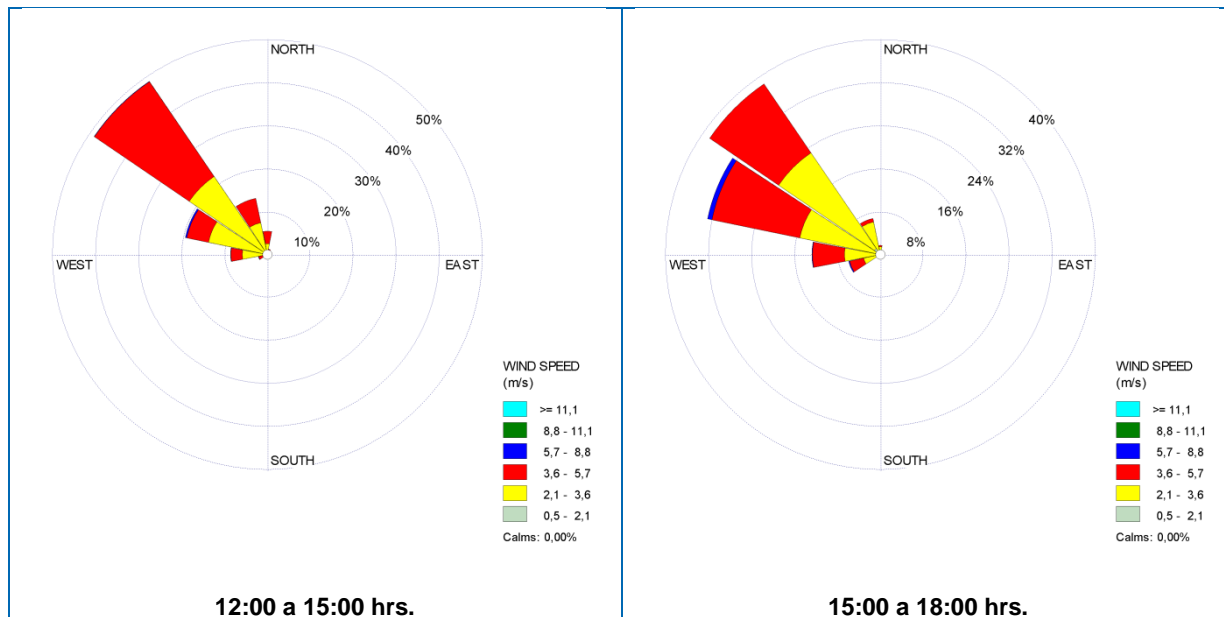


Entre las 6:00 y 12:00 hrs, se observan las diferencias entre el período nocturno, en la primera mitad, y el período diurno, característico de la segunda mitad.

Entre las 6:00 y 9:00 hrs, se puede observar condiciones características del periodo nocturno, mostrándo vientos provenientes desde el NO, desarrollados en un 12,3% del tiempo total, además de una velocidad promedio de 1,62 m/s.

Por otra parte, entre las 9:00 y las 12:00 hrs, se establecen las condiciones típicas del periodo diurno, con vientos procedentes desde el NO, presentes en un 38,3% del tiempo total. Con respecto a las velocidades, se observa un incremento, alcanzando los 2,90 m/s.

Figura 3-27: Rosas de viento Estación Poblado Michilla, 12:00 a 15:00 hrs. y 15:00 a 18:00 hrs.

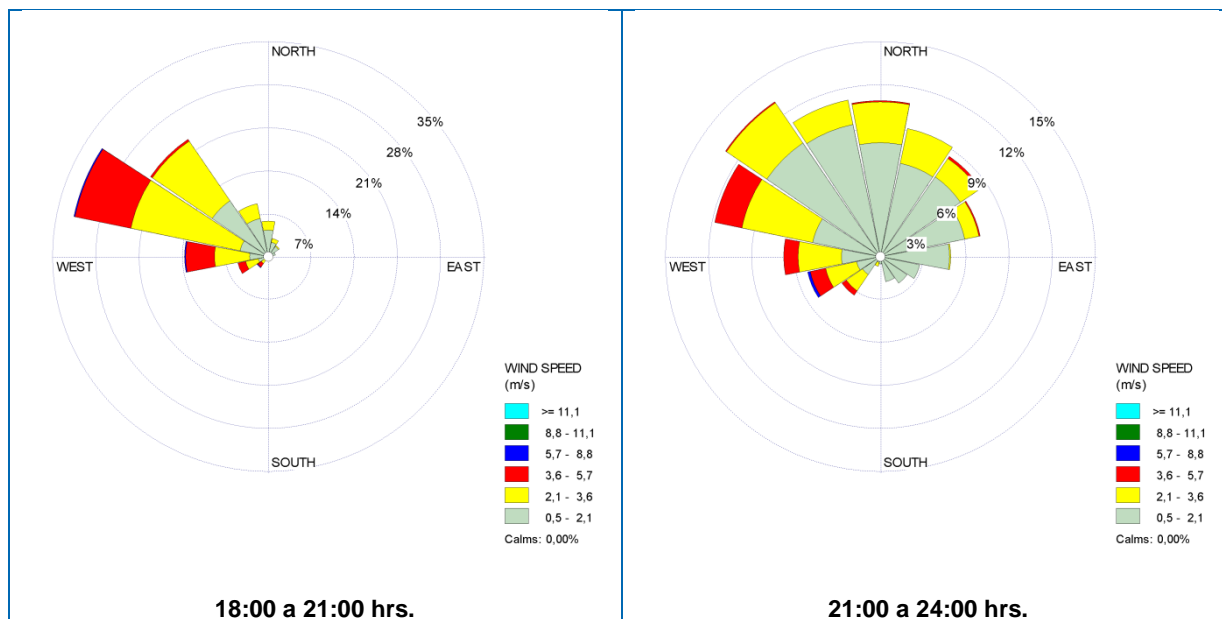


Entre las 12:00 y las 18:00 hrs. se puede observar la situación característica del periodo diurno, con vientos predominantes principalmente desde el NO.

Para el periodo comprendido entre las 12:00 y las 15:00 hrs., se registran vientos procedentes desde NO durante un 48,7% del tiempo total. En el periodo descrito la velocidad promedio corresponde a 3,51 m/s, valor que representa un alza con respecto al período inmediatamente anterior.

Entre las 15:00 y 18:00 hrs. se observa procedencia desde el NO y ONO principalmente, las cuales se desarrollan en un 38,3% y 32,8% del tiempo total, respectivamente. Para dicho periodo se registra una velocidad promedio de 3,46 m/s.

Figura 3-28: Rosas de viento Estación Poblado Michilla, 18:00 y 21:00 hrs y 21:00 a 24:00 hrs.



En las rosas expuestas se puede apreciar una transición desde condiciones del tipo diurno a condiciones del tipo nocturno, lo cual se materializa en una diversificación de la procedencia de los vientos, así como también en una leve disminución de las velocidades de éstos.

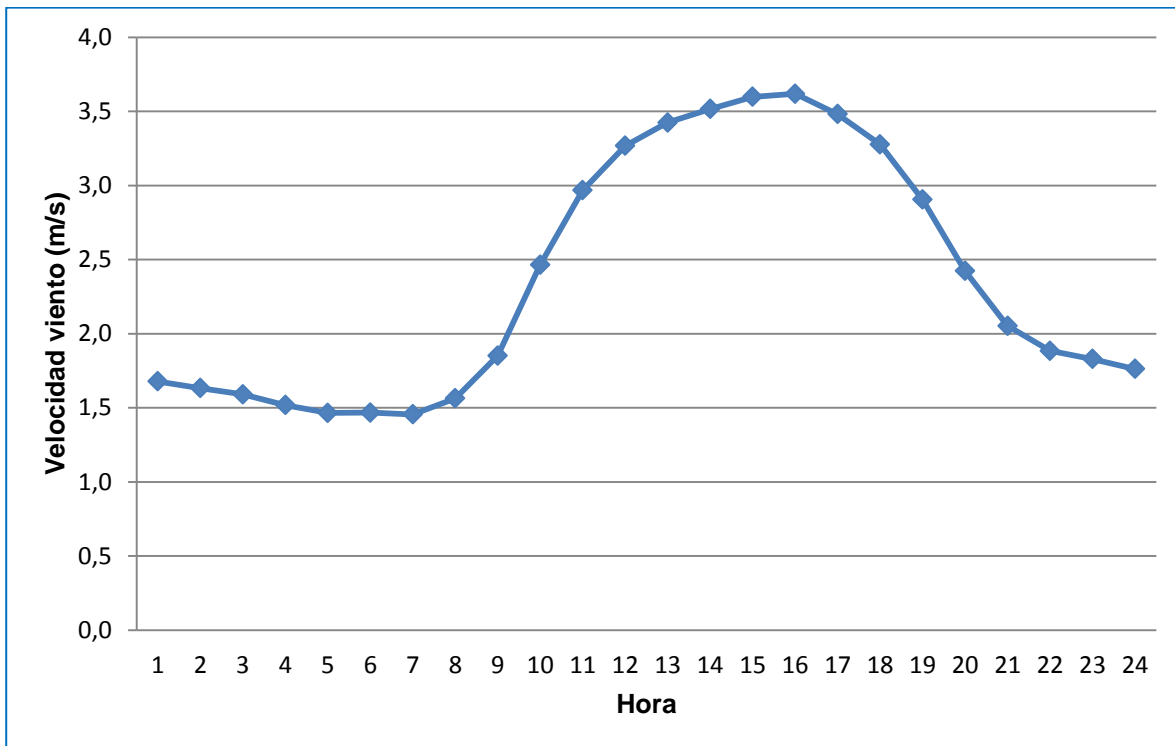
Con respecto al periodo comprendido entre 18:00 y 21:00 hrs, se observan vientos procedentes desde el ONO los cuales se desarrollan en un 32,1% del tiempo total, seguida de la dirección NO con un 23,1% del tiempo. Para el presente periodo se registra una velocidad promedio de 2,46 m/s.

Entre las 21:00 y 24:00 hrs se observa procedencia desde el NO y ONO, presentes durante el 13% y 11,8% del tiempo total, respectivamente. Para este periodo se observa una velocidad promedio de 1,83 m/s.

Perfil de velocidad de viento horario

A continuación se da a conocer el perfil de viento promedio para la estación Poblado Michilla cada una hora. De tal forma evaluar el comportamiento promedio de dicha variable a través de un día completo.

Figura 3-29: Perfil velocidad de viento promedio horario Estación Poblado Michilla

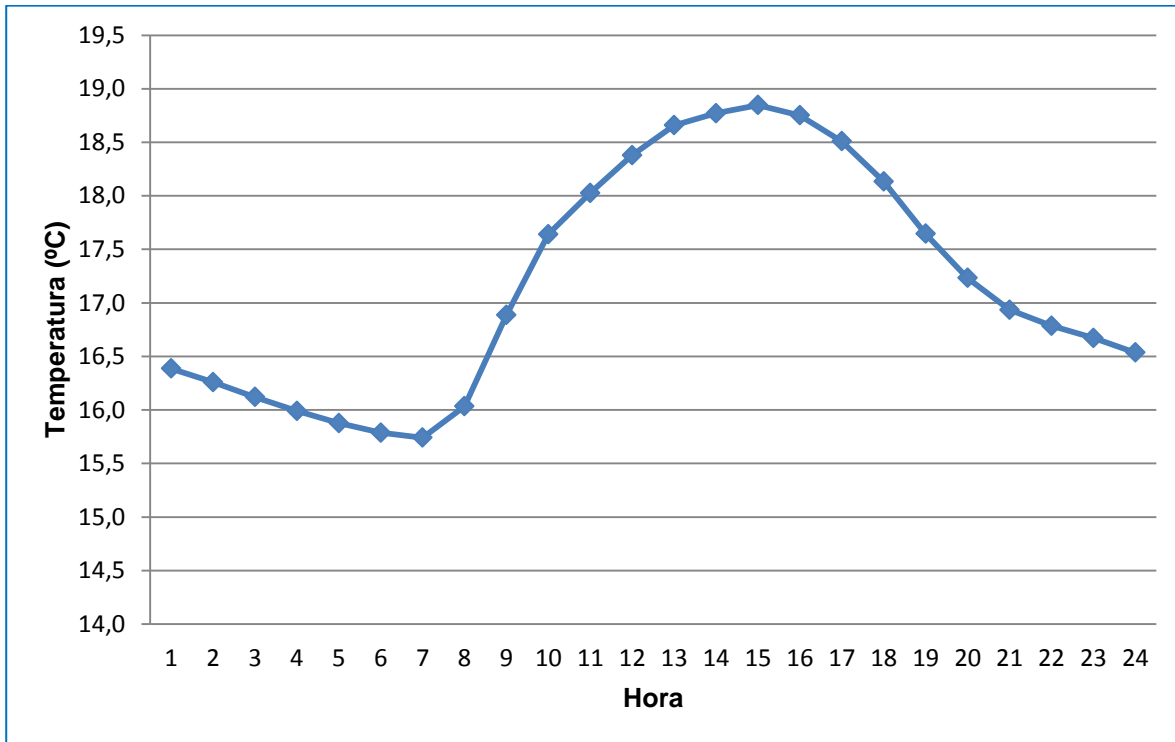


De acuerdo al perfil anterior, los vientos en la zona tienen un aumento de velocidad entre las 09:00 y 16:00 hrs, alcanzando una máxima de 3,62 m/s. Considerando tal información se puede inferir que los vientos con mayores velocidades poseen dirección NO y ONO según las rosas de vientos antes descritas.

- **Temperatura**

En el siguiente gráfico se presenta el perfil diario de temperatura registrado en Estación Poblado Michilla.

Figura 3-30: Temperatura promedio horaria, Estación Poblado Michilla

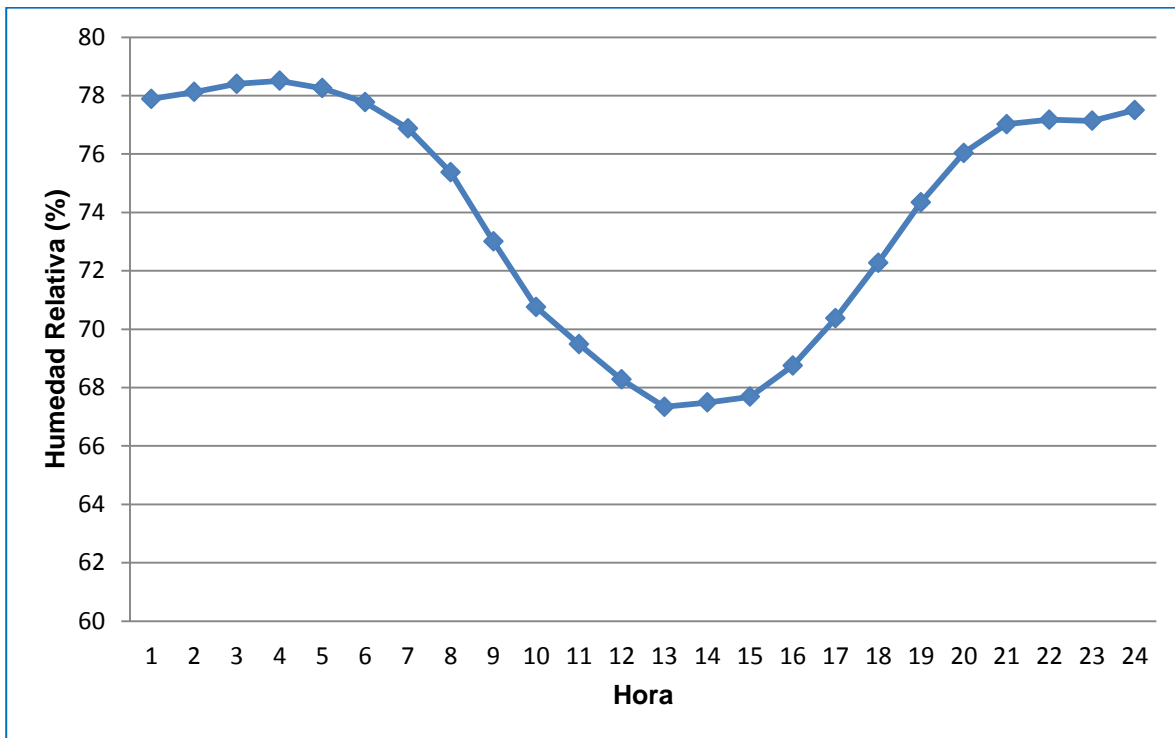


Con respecto al perfil diario de temperatura se puede apreciar el incremento de esta variable durante el periodo diurno, con una máxima en torno a los 18,8°C entre las 15:00 y las 16:00 hrs. La oscilación térmica se encuentra en torno a los 3°C.

- **Humedad Relativa**

A continuación se muestra el comportamiento promedio que posee la variable Humedad Relativa a través de un día completo para la Estación Poblado Michilla.

Figura 3-31: Humedad Relativa promedio horaria, Estación Poblado Michilla

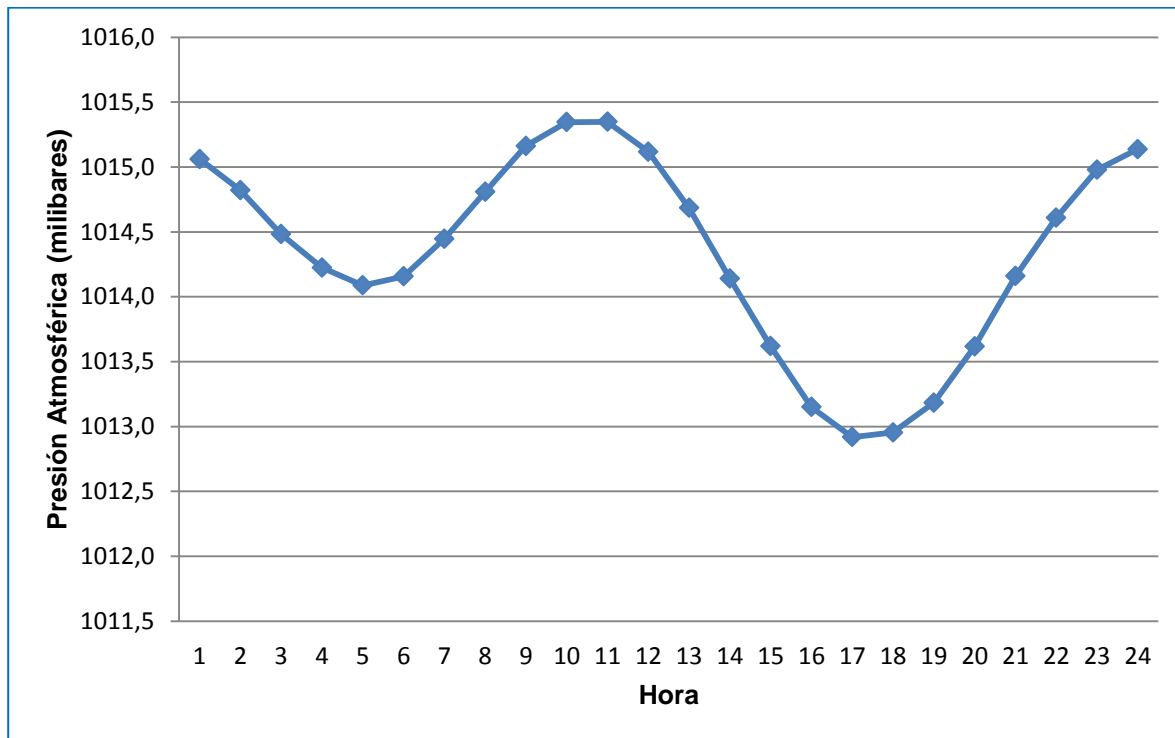


El perfil anterior da cuenta de la relación de la variable humedad relativa con la curva descrita por la variable temperatura, siendo inversamente proporcionales. Así, conforme se incrementa la temperatura disminuye la humedad relativa hasta alcanzar un mínimo de un 67 % entre 13:00 y 14:00 horas.

- **Presión Atmosférica**

El siguiente gráfico da a conocer el comportamiento promedio para la variable Presión Atmosférica registrado en Estación Poblado Michilla a través de un día completo.

Figura 3-32: Presión Atmosférica promedio horaria, Estación Poblado Michilla



En el gráfico anterior se muestra la variación horaria que posee la Presión Atmosférica promedio en la zona de estudio, específicamente la registrada en Estación Poblado Michilla, la cual se localiza prácticamente a nivel del mar. El perfil muestra dos ciclos con valores relativamente constantes, los cuales no varían más allá de dos milibares, entre los 1012,9 mbar y 1015,3 mbar.

3.2.1.4 Conclusiones

De acuerdo a la información previamente expuesta es posible señalar:

- La información meteorológica del Sector Mina-Planta se condice con las características climáticas de la zona, con vientos que de día circulan principalmente desde el Oeste y en la noche desde el Este.
- A nivel local, la velocidad y dirección del viento registradas en la localidad de Sierra Gorda en el período nocturno dan cuenta de un fenómeno meteorológico puntual, produciéndose una inversión térmica que da lugar a un “pozo frío”. Esta situación implica una significativa merma en la velocidad del viento y un patrón de dirección de esta variable distinto al de su entorno cercano, casi sin registrarse vientos provenientes del Este y del Sureste.

- Dada la extensión del Sector Ductos, no resulta posible caracterizarlo al detalle, sin embargo, en su extremo oriental la meteorología del Sector Mina-Planta y en su extremo occidental la meteorología del Sector Muelle, resultan ser adecuadamente representativos. En su parte media, los datos de la estación Antucoya I dan cuenta de las características de desierto absoluto que predominan en el trazado.
- En el Sector Muelle, la localidad de Michilla da cuenta de las características propias de una zona costera, con elevada humedad y moderada temperatura. En este Sector, la presencia del farellón costero condiciona fuertemente la dirección del viento, proveniente éstos, predominantemente, del tercer y cuarto cuadrante.

3.2.2 Calidad del Aire

3.2.2.1 Introducción

En el presente acápite se entrega la caracterización del componente Calidad del Aire, para el área de influencia definida en el Capítulo 2, de acuerdo a lo establecido en la Ley N° 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente y el Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental modificado a través del D.S. N° 40/2012. Para ello, se han considerado estaciones de calidad del aire existentes junto con aquellas instaladas expresamente con ocasión del Proyecto.

La línea base de calidad del aire (LBCA) del Proyecto Desarrollo Minera Centinela tiene por objeto analizar el estado actual de la calidad del aire en el área de influencia del Proyecto. El proyecto se compone de tres sectores, los que presentan las siguientes características y receptores sensibles.

- a) Sector Mina-Planta: El receptor sensible está representado por la localidad de Sierra Gorda, centro poblado más cercano a las actividades del Proyecto.
- b) Sector Ductos: En este Sector no se identifican potenciales receptores sensibles que sean afectados por las actividades del Proyecto salvo en el extremo occidental del Sector que involucra la localidad de Michilla.
- c) Sector Muelle: En este caso el receptor sensible es la localidad de Michilla.

3.2.2.2 Metodología

Para determinar la LBCA, se consideran en el área de influencia del Proyecto, los actuales niveles de material particulado respirable (MP10) y, cuando se dispone de MP2,5 y de los gases CO, NO₂, O₃ y SO₂. Se incluyen las concentraciones medidas en las localidades en que se encuentran los receptores sensibles.

Los equipos de monitoreo usados para medir cada contaminante corresponden a aquellos que la USEPA clasifica como método equivalente o de referencia para medir contaminantes. Adicionalmente, son los indicados en los respectivos Decretos Supremos de las normas chilenas de calidad del aire para medir contaminantes.

Las normas chilenas de calidad del aire vigentes en el país para los contaminantes medidos, se muestran en Tabla 3–17.

Tabla 3–17: Normas chilenas primarias de calidad del aire ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)

Sustancia	Norma	Unidad	Período de Aplicación la Norma
Material Particulado	150	$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$	Percentil 98 de la media aritmética diaria durante un año

Sustancia	Norma	Unidad	Período de Aplicación la Norma
Respirable (MP10)	50		Media aritmética trianual
Material Particulado Respirable (MP2,5)	50	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ (a)	Percentil 98 de la media aritmética diaria durante un año
	20		Media aritmética trianual
Dióxido de Azufre (SO_2)	80/80(*)	$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$	Media aritmética trianual
	250/365(*)		Primaria: Promedio aritmético de 3 años sucesivos del percentil 99 de las concentraciones de 24 horas registradas en un año calendario.
			Secundaria: Promedio aritmético de 3 años sucesivos del percentil 99,7 de las concentraciones de 24 horas registradas en un año calendario. Se considerará igualmente sobrepasada si el P99,7 de las concentraciones de 24 horas de un año calendario es igual o mayor a $730 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
	1.000(*)		Promedio aritmético de 3 años sucesivos del percentil 99,73 de las concentraciones de 1 hora registradas en un año calendario.
2.000(*)	Percentil 99,73 de las concentraciones de 1 hora registradas en un año calendario.		
Dióxido de Nitrógeno (NO_2)	100	$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$	Media aritmética trianual
	400		Promedio de tres años sucesivos para el percentil 99 del máximo diario de concentraciones de 1 hora
Monóxido de Carbono (CO)	30	$\text{mg}/\text{m}^3\text{N}$	Promedio de 3 años sucesivos para el percentil 99 del máximo diario de concentraciones de 1 hora
	10		Promedio de 3 años sucesivos para el percentil 99 de los máximos diarios del promedio móvil de 8 horas consecutivas

(a) El DS 12/11 del MMA no indica condición normal.

(b) Norma secundaria para la zona Norte.

3.2.2.3 Resultados

Los resultados obtenidos de los monitoreos desarrollados, se analizan a continuación para cada uno de los sectores del Proyecto.

Sector Mina-Planta

i. Material Particulado

Tal como se señaló previamente, el receptor sensible corresponde a la localidad de Sierra Gorda. Un resumen con los promedios anuales de MP10 de los seis últimos años calendario con información disponible y de los percentiles 98 para los mismos años, medidos en la localidad de Sierra Gorda, se muestra en la Tabla 3–18.

Tabla 3–18: Estaciones de calidad del aire en Sierra Gorda

Estación	Coordenadas UTM Datum WGS84	
	Este	Norte
Poblado Sierra Gorda (Centinela)	467.045	7.468.527
Sierra Gorda (Spence)	467.303	7.468.323
Sierra Gorda (Sierra Gorda SCM)	467.298	7.468.596

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 3–19: Promedio anual y percentil 98 de concentración de MP10 diario en estaciones en Sierra Gorda ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)

Año	Poblado Sierra Gorda (Minera Centinela)		Sierra Gorda (Spence)		Sierra Gorda (Sierra Gorda SCM)	
	Promedio anual	PC98 de 24 hrs	Promedio anual	PC98 de 24 hrs	Promedio anual	PC98 de 24 hrs
2008	34	61	32	54	S/I	S/I
2009	32	51	28	45	S/I	S/I
2010	28	56	36	100	S/I	S/I
2011	33	66	32 ^(a)	65	S/I	S/I
2012	38	77	55 ^(a)	143	S/I	S/I
2013	57	117	68 ^(b)	175 ^(b)	56 ^(c)	103 ^(c)
2014	61	118	63 ^(b)	135 ^(b)	53 ^(d)	104 ^(d)

- (a) Promedios anuales inferidos a partir de los promedios trianuales correspondientes a los períodos 2009-2011 y 2010-2012 informados por la SEREMI de Medio Ambiente Región de Antofagasta.
- (b) Concentraciones diarias fueron entregadas por la SMA vía Ley de Transparencia. Promedio anual y percentil corresponde a un cálculo propio.
- (c) Valores obtenidos del informe final de “Evaluación de la calidad del aire en la Región de Antofagasta” (SEREMI Medio Ambiente, Diciembre 2014).
- (d) Cálculo propio a partir de promedios diarios extraídos desde la plataforma del Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire (SINCA). Para este cálculo se eliminaron los valores horarios menores a $4 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (límite de detección equipo BAM-1020, correspondiente al de esa estación), aquellos valores horarios iguales a $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (falla del equipo) y, finalmente, aquellos valores horarios en los cuales el equipo reportaba una concentración de MP2,5 superior a la de MP10.

De acuerdo a la Tabla 3–19, el promedio trianual de MP10 en la estación Poblado Sierra Gorda (Minera Centinela) en el período 2012-2014 alcanza los $52 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, lo cual refleja una condición de saturación al excederse la norma, mientras que el percentil 98 de las concentraciones de 24 horas registradas durante el año 2014 alcanzó los $118 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor que se encuentra por debajo del 80% de la norma diaria.

Por su parte, en la estación Sierra Gorda (Spence), ubicada a aproximadamente 200 metros en línea recta de la primera, el promedio trianual del período 2012-2014 alcanzó los $62 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor que refleja una condición de saturación con respecto a la norma anual, en tanto que el percentil 98 de las concentraciones de 24 horas durante el año 2014 resultó ser de $135 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$,

valor que si bien se encuentra por debajo de la norma, excede el 80% de esta última lo cual da cuenta de una situación de latencia.

Por último, en la estación Sierra Gorda SCM, la cual monitorea material particulado de forma continua a diferencia de las estaciones ya mencionadas que lo hacen de manera discreta (cada 3 días), la información para el bienio 2013-2014, único disponible, da cuenta de una concentración promedio anual de 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, la cual refleja una condición de saturación, en tanto que el percentil 98 de las concentraciones de 24 horas durante el año 2014 alcanzó los 104 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor que se encuentra por debajo del 80% de la norma diaria. Dado que se trata de sólo dos años calendario, se trata de información referencial en el caso de la norma anual.

Con respecto al MP2,5, estación Poblado Sierra Gorda de Minera Centinela inició las mediciones en mayo de 2011, permitiendo contar a diciembre del año 2014 con tres años calendario de monitoreo. Lo anterior, aún cuando no se trate de una estación con representatividad poblacional para dicho parámetro, permite realizar un análisis referencial con respecto a las normas vigentes, al igual que en el caso de la estación de Sierra Gorda SCM, la cual cuenta con información para el bienio 2013-2014.

Tabla 3–20: Promedio anual y percentil 98 de concentración de MP2,5 diario en estación Poblado Sierra Gorda ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Año	Poblado Sierra Gorda (Minera Centinela)		Sierra Gorda (Sierra Gorda SCM)	
	Promedio anual	PC98 de 24 hrs	Promedio anual	PC98 de 24 hrs
2012	13	26	S/I	S/I
2013	13	24	10 ^(a)	18 ^(a)
2014	10	21	11 ^(b)	19 ^(b)

(a) Valores obtenidos del informe final de “Evaluación de la calidad del aire en la Región de Antofagasta” (SEREMI Medio Ambiente, Diciembre 2014).

(b) Cálculo propio a partir de promedios diarios extraídos desde la plataforma del Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire (SINCA). Para este cálculo se eliminaron los valores horarios menores a 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (límite de detección equipo BAM-1020, correspondiente al de esa estación), aquellos valores horarios iguales a 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (falla del equipo) y, finalmente, aquellos valores horarios en los cuales el equipo reportaba una concentración de MP2,5 superior a la de MP10.

De la Tabla 3–20 anterior se desprende que en la estación Poblado Sierra Gorda en ambos casos las concentraciones se encuentran por debajo de los umbrales establecidos en las normas vigentes. En efecto, el promedio trianual alcanza los 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en tanto que el percentil 98 de las concentraciones de 24 horas durante el año 2014 alcanzó los 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Lo mismo se desprende de los valores registrados en la estación Sierra Gorda SCM.

ii. Gases

En el caso de los gases, dada la ausencia de registros en la localidad de Sierra Gorda, en abril del año 2011 se dio inicio a una campaña de 12 meses que, a marzo de 2012, permitió conocer las concentraciones de los mismos en la estación Poblado Sierra Gorda.

Tabla 3–21: Concentración de gases medida en estación Poblado Sierra Gorda. Período abril 2011–marzo 2012

Sustancia	Norma	Concentración (ug/m ³)	Umbral Norma (ug/m ³)	% c/respecto a la norma
Dióxido de Azufre (SO ₂)	Anual (abril 2011 – marzo 2012)	4,5	80	5,6%
	Diaria (abril 2011 – marzo 2012)	37,9	250	15,1%
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	Anual (abril 2011 – marzo 2012)	17,7	100	17,7%
	Horaria (abril 2011 – marzo 2012)	88,4	400	22,1%
Monóxido de Carbono (CO)	Diaria (abril 2011 – marzo 2012)	771	30000	2,6%
	Promedio móvil 8 hrs. (abril 2011 – marzo 2012)	407	10000	4,1%

Fuente: Elaboración propia.

En todos los casos la concentración se encontró muy por debajo de las normas respectivas. Cabe destacar, que el análisis normativo es meramente referencial, debido a que no se dispone de un año calendario de mediciones ni la estación corresponde a una estación de monitoreo con representatividad poblacional para gases (EMRPG).

Sector Ductos

Este Sector no presenta potenciales receptores sensibles a ser afectados por las actividades del proyecto, salvo en el extremo occidental del Sector que involucra a la localidad de Michilla, cuya situación que será analizada como parte del siguiente Sector.

Sector Muelle

Para las actividades del Sector Muelle se considera la localidad de Michilla como receptor sensible.

iii. Material particulado

La información de concentración de MP10 está disponible para los años 2009 a 2014, ya que la estación, de propiedad de Minera Centinela, inició las mediciones en diciembre de 2008.

La Tabla 3–22 muestra el promedio anual y los percentiles 98 de concentración diaria de MP10 para los años 2009 a 2014.

Tabla 3–22: Promedio anual y percentil 98 de concentración de MP10 diario en estación Poblado Michilla ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)

Año	Poblado Michilla (Minera Centinela)	
	Promedio anual	PC98 de 24 hrs
2009	46	78
2010	46	84
2011	48	90
2012	48	83
2013	45	85
2014	40	73

Fuente: Elaboración propia a partir de registros diarios de Minera Centinela.

De la Tabla 3–22 se infiere que el promedio trianual en el periodo 2011-2014 alcanza los 44 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor por sobre el 80% de la norma primaria anual, lo cual da cuenta de una situación de latencia. En el caso de la norma diaria, el percentil 98 durante el año 2014 alcanza los 73 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor que se encuentra por debajo de la norma diaria.

Por otra parte, estación Poblado Michilla de Minera Centinela inició las mediciones de MP2,5 en noviembre de 2010. De esta manera, se cuenta con cuatro años de medición a la fecha.

Tabla 3–23: Promedio anual y percentil 98 de concentración de MP2,5 diario en estación Poblado Michilla ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Año	Poblado Michilla (Minera Centinela)	
	Promedio anual	PC98 de 24 hrs
2011	18	37
2012	19	38
2013	24	48
2014	24	40

Fuente: Elaboración propia a partir de registros diarios de Minera Centinela.

De la Tabla 3–23 se infiere que el promedio trianual en el periodo 2012-2014 alcanza los 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valor equivalente al 110% de la norma primaria anual, lo cual da cuenta de una condición de saturación. En el caso de la norma diaria, el percentil 98 durante el año 2014 alcanza los 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valor que equivale al 80% de la norma diaria.

iv. Gases

Con respecto a los gases, con ocasión del presente Proyecto se llevó a cabo una campaña de monitoreo en la estación Poblado Michilla, la cual se extendió entre julio del año 2011 y junio del año 2012, totalizando 12 meses de registro.

No obstante, no se cuenta con un año calendario de mediciones ni se trata de una estación con representatividad poblacional para gases, los niveles obtenidos para el período citado fueron procesados conforme a lo indicado en los respectivos decretos supremos asociados a las normas de calidad del aire primarias de cada gas y se entregan en la Tabla 3–17.

Tabla 3–24: Concentración de gases medida en la estación Poblado Michilla. Período julio 2011– junio 2012

Sustancia	Norma	Concentración (ug/m ³)	Umbral Norma (ug/m ³)	% c/respecto a la norma
Dióxido de Azufre (SO ₂)	Anual Primaria (julio 2011– junio 2012)	2,4	80	3%
	Diaria Primaria (julio 2011– junio 2012)	10,2	250	4,1%
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	Anual (julio 2011– junio 2012)	2,8	100	2,8%
	Horaria (julio 2011– junio 2012)	31	400	7,8%
Monóxido de Carbono (CO)	Diaria (julio 2011– junio 2012)	228	30.000	0,8%
	Promedio móvil 8 hrs. (julio 2011– junio 2012)	3.375	10.000	33,8%

Fuente: Elaboración propia.

Cabe destacar, que el análisis normativo es meramente referencial, debido a que no se dispone de un año calendario de mediciones.

3.2.2.4 Conclusiones

De acuerdo a los resultados presentados anteriormente, se puede concluir que:

- En el Sector Mina-Planta, el receptor sensible corresponde a la localidad de Sierra Gorda, la cual cuenta con tres estaciones de monitoreo de MP10 y dos estaciones de monitoreo de MP2,5 de las cuales se tiene registro. Considerando los registros más altos entre dichas estaciones, en el caso del MP10 se evidencia una condición de saturación con respecto a la norma anual y de latencia con respecto a la norma diaria, mientras que en el caso del MP2,5 se evidencia una calidad del aire buena, con valores muy por debajo de las normas anual y diaria vigentes.

- En el Sector Ductos no se presentan potenciales receptores sensibles a ser afectados por las actividades del Proyecto, salvo en el extremo occidental del Sector, que involucra a la localidad de Michilla, cuya situación se analiza en el párrafo siguiente.
- En el Sector Muelle, el receptor sensible corresponde a la localidad de Michilla, la cual cuenta con una estación de monitoreo de MP10 y MP2,5. En el caso del MP10 se presenta una condición de latencia con respecto a la norma anual, en tanto que la norma diaria se cumple holgadamente. En paralelo, en el caso del MP2,5 se presenta una situación de saturación con respecto a la norma anual y de latencia con respecto a la norma diaria.
- Se observa cumplimiento cabal de la normativa de gases en todos los sectores del Proyecto, según los niveles de los períodos analizados tanto en la localidad de Michilla como en la localidad de Sierra Gorda.

3.2.3 Niveles de Ruido

3.2.3.1 Introducción

En el presente acápite se entrega la caracterización del componente Ruido, para el área de influencia definida en el Capítulo 2, de acuerdo a lo establecido en la Ley N° 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente y el Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental modificado a través del D.S. N° 40/2012.

Como se indica en el Capítulo 2, el área de influencia de Ruido se establece en función de la existencia de receptores sensibles que pudiesen verse afectados por un aumento en los niveles de presión sonora a causa de la construcción, operación y cierre del Proyecto.

Debido a que las fases de construcción y operación de este Proyecto pueden involucrar un impacto acústico en los receptores sensibles cercanos al área de Proyecto, se realizaron mediciones de Nivel de Presión Sonora equivalente (NPSeq) en cinco (5) puntos catalogados como receptores sensibles, los cuales fueron registrados en una campaña realizada en diciembre 2014.

Con las mediciones realizadas se obtiene un registro basal que permite determinar los niveles de ruido establecidos en los sectores evaluados, en las cercanías del emplazamiento donde se efectuarán las partes, acciones y obras, contemplados para cada una de las fases del Proyecto.

3.2.3.2 Metodología

Entre los días 17 y 18 de diciembre de 2014, se realizaron mediciones de ruido de fondo en horario diurno y nocturno, según la normativa aplicada. Esto se realizó en los puntos establecidos como receptores sensibles cercanos al futuro Proyecto.

Para definir el área de influencia se consideró la superficie en donde se puede ver afectada la población por motivo de las futuras emisiones del Proyecto, luego se seleccionaron los puntos más cercanos y se determinaron una cantidad suficiente de ellos para abarcar la totalidad del sector evaluado. De esta forma se determinaron cinco (5) puntos de medición, los cuales corresponden a los sectores más cercanos a los puntos de inmisión de ruido.

La duración de cada medición de ruido estuvo sujeta a la diferencia que presentan los valores registrados cada 5 minutos, hasta que se considera la lectura como estable (diferencia menor o igual que 2 dB(A) entre cada lectura), de acuerdo al procedimiento de medición establecido en el D.S. N° 38/2011 del MMA.

El sonómetro se ubicó a 1,5 m en su eje vertical del suelo y, en lo posible, a 3,5 m de cualquier superficie reflectante en su eje horizontal (paredes, muros, ventanas).

Para las mediciones se utilizó un sonómetro integrador-promediador marca Svantek, modelo SVAN 958A configurado como Clase 1 según la norma IEC 61672-1:2002. El instrumento fue debidamente calibrado en terreno por el operador. En el Anexo 3-1 se entregan los certificados de calibración de cada equipo utilizado.

3.2.3.3 Resultados

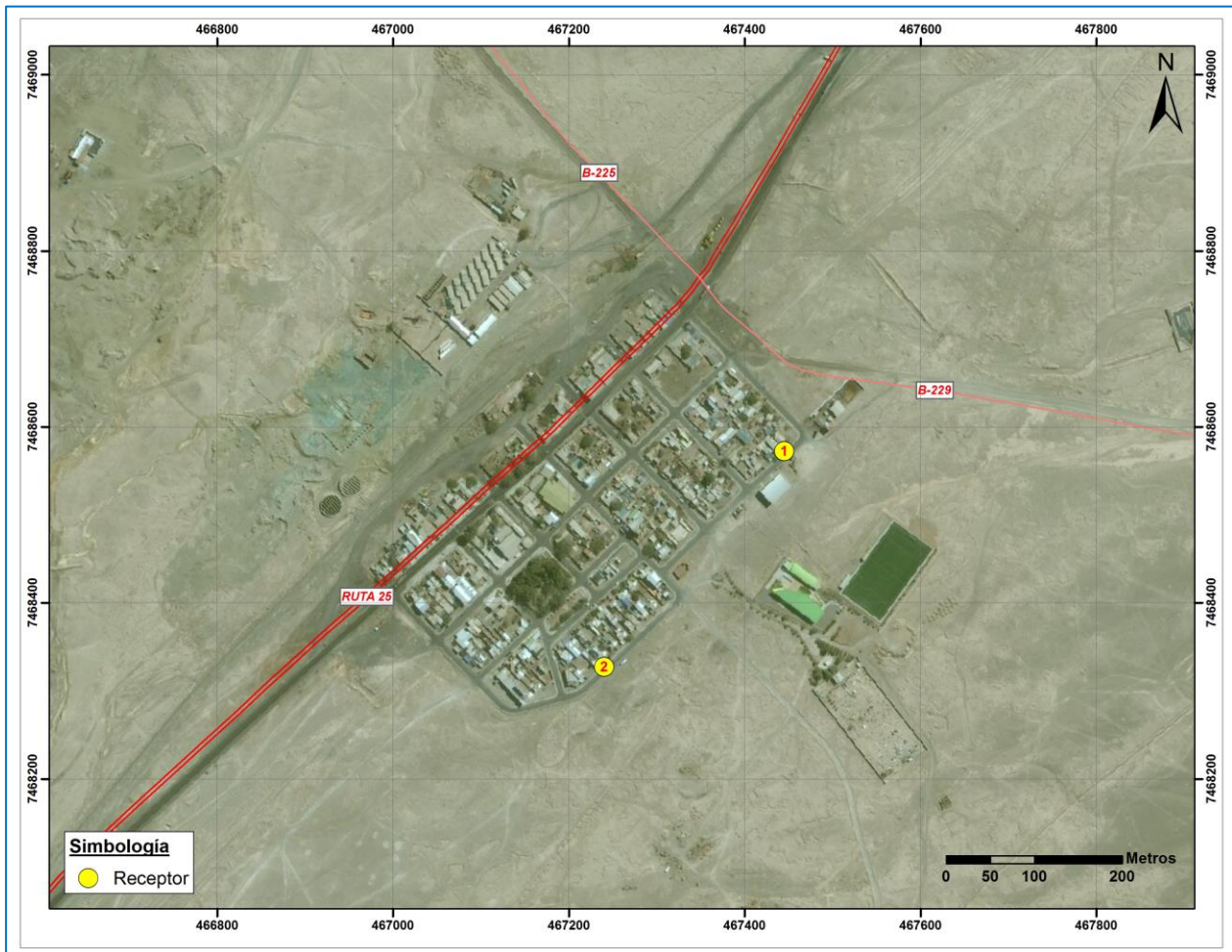
i. Puntos de medición

a) Ubicación de puntos de medición

A continuación, se entrega la ubicación y descripción de los puntos de medición de ruido.

Los puntos de medición fueron seleccionados de acuerdo a la cercanía de receptores sensibles al área de emplazamiento del Proyecto, estableciéndose así el área de influencia.

Figura 3-33: Ubicación de los puntos de medición 1 y 2, Sierra Gorda. Sector Mina-Planta



Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA.

Figura 3-34: Ubicación de los puntos de medición 3 al 5, Michilla. Sectores Ductos y Muelle



Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA.

Tabla 3-25: Ubicación y descripción de puntos de medición

Punto	Descripción	Altura m	Uso efectivo	Coordenadas UTM Datum WGS84	
				Este	Norte
1	Vivienda de 2 pisos ubicada en Arturo Prat # 622 en Sierra Gorda	1.5 - 4.0	Residencial	467.445	7.468.572
2	Vivienda de 2 pisos ubicada en Arturo Prat # 201 en Sierra Gorda	1.5 - 4.0	Residencial	467.240	7.468.327
3	Campamento ubicado en poblado de Michilla.	1.5	Residencial	369.068	7.487.673
4	Posada "La Perla de Michilla" ubicada en el poblado de Michilla	1.5	Residencial	368.897	7.487.546
5	Vivienda de 1 piso ubicada a un costado de Ruta 1, cercano al poblado de Michilla	1.5	Residencial	368.794	7.486.558

Fuente: Registro en terreno.

A continuación se presentan fotografías de los puntos de medición de ruido obtenidas en la campaña de levantamiento de información.

Figura 3-35: Fotografías de los puntos de medición



Punto 1



Punto 2



Punto 3



Punto 4



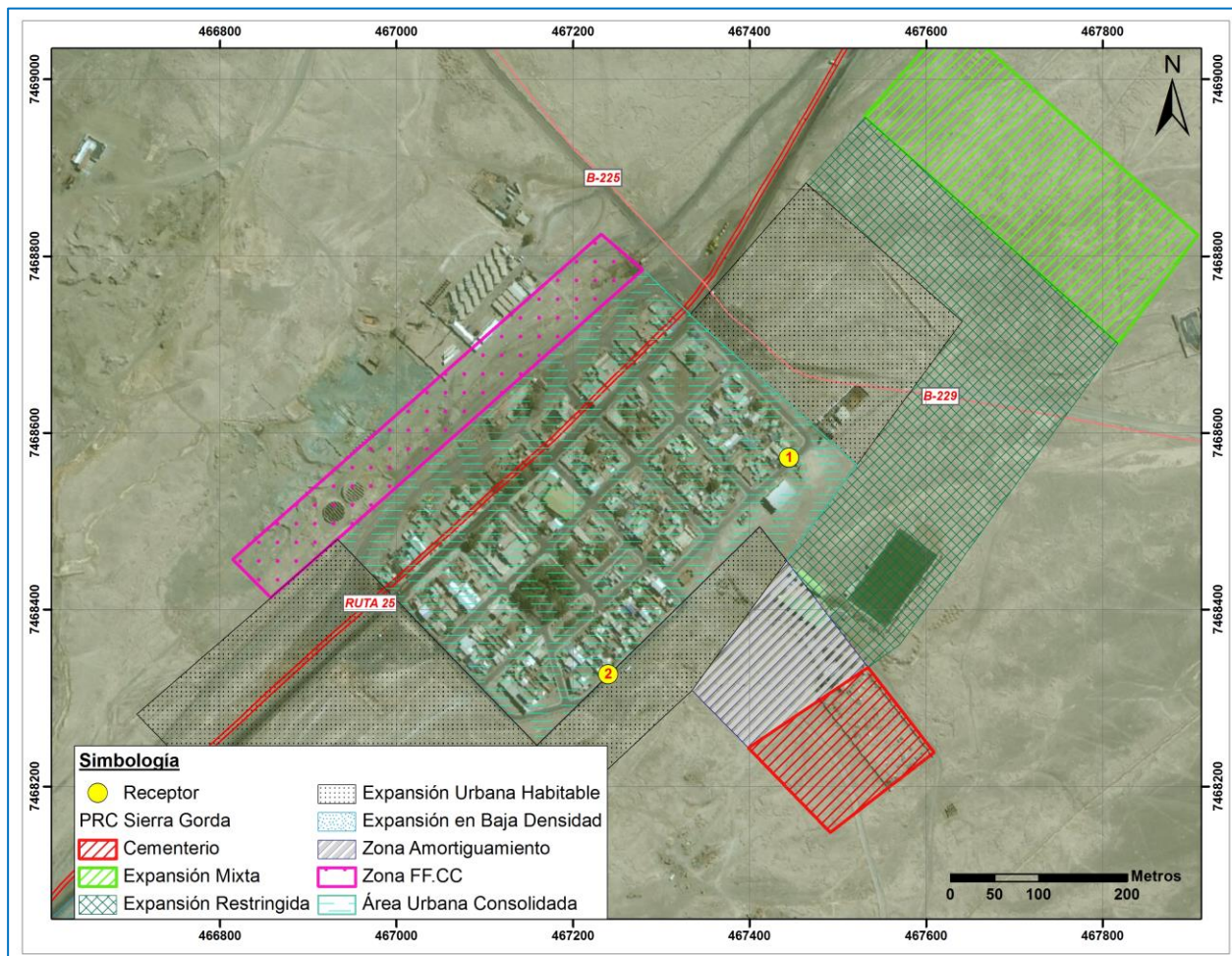
Punto 5

Fuente: Registro fotográfico en terreno.

b) Zonificación puntos de medición

En el presente acápite se muestran la zonificación según el D.S. N°38/11 del MMA, relacionada a los puntos catalogados como receptores sensibles. La Figura 3-36 presenta un esquema con la ubicación de los puntos 1 y 2, dentro de la zona definida por los instrumentos de planificación territorial (IPT) de la comuna de Sierra Gorda.

Figura 3-36: Ubicación de puntos y zonificación según Plan Regulador Comunal de Sierra Gorda



Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA.

Los puntos 1 y 2 se encuentran en la zona AC denominada Área Consolidada, donde se permite uso de suelo residencial, vitalidad y equipamiento, por lo cual se homologa a Zona II según el D.S. N° 38/2011 del MMA.

Los restantes puntos, ubicados en el sector de Michilla se encuentran fuera de los límites urbanos definidos por los IPT de las localidades cercanas, por lo cual se homologa a Zona Rural según el D.S. N° 38/2011 del MMA.

En la Tabla 3–26 se presenta un resumen de las homologaciones correspondientes a cada punto de medición.

Tabla 3–26: Zonificación y niveles máximos permisibles de NPC, según el D.S. N° 38/2011 del MMA, para cada punto

Punto de medición	Zonificación según D.S. N° 38/11 del MMA	Periodo diurno	Periodo nocturno
		NPC Máximo Permitido [dB(A)]	NPC Máximo Permitido [dB(A)]
1 y 2	Zona II	60	45
3 al 5	Zona Rural	Menor nivel entre el Nivel de Ruido de Fondo + 10 [dB], y el NPC máximo permitido para Zona III	

En la tabla anterior se aprecia que para el periodo diurno el nivel máximo permitido es de 60 dB(A), mientras que en horario nocturno, éste es de 45 dB(A), para los receptores ubicados dentro de los límites urbanos definidos por la comuna de Sierra Gorda. Para los puntos ubicados fuera del área urbana, los máximos quedarán establecidos en función del menor valor entre Nivel de ruido de fondo + 10 dB, o el valor máximo permitido para Zona III. Estos valores se aplican a las fuentes emisoras de ruido definidas en su Artículo N° 6, punto 13 del D.S. N° 38/11 del MMA.

ii. Mediciones de ruido

En el presente acápite se entregan los valores de Nivel de Presión Sonora (NPS) para todos los puntos descritos anteriormente, y se mencionan las principales fuentes de ruido presentes al momento de la toma de muestras.

a) Periodo diurno

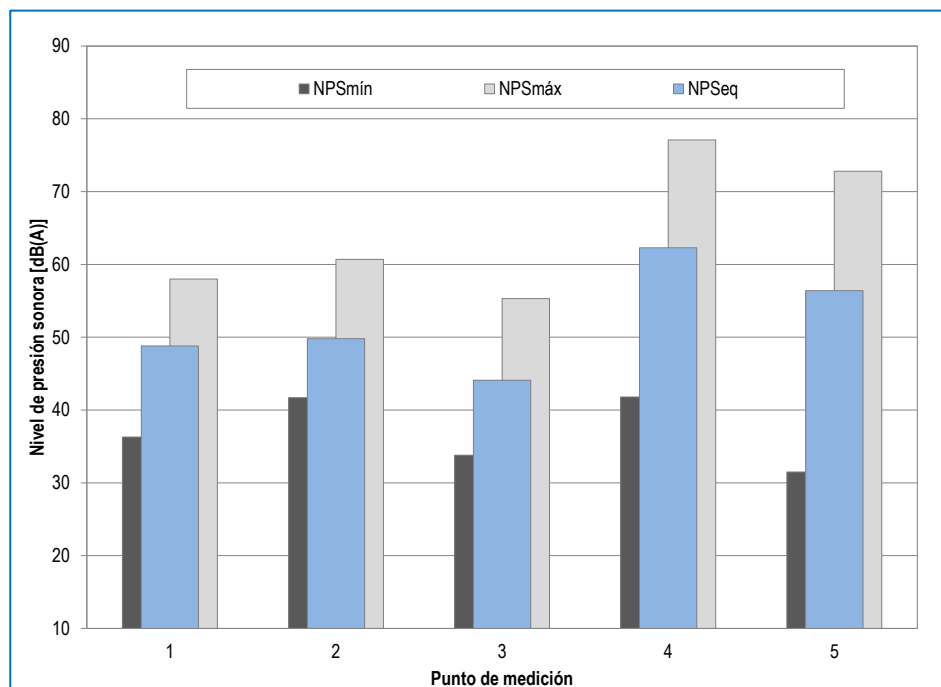
A continuación se entregan los valores de NPSeq para el periodo diurno registrados durante la campaña de mediciones basales, y se describen las fuentes de ruido asociadas a ellas. Al momento de las mediciones las condiciones meteorológicas fueron estables en donde la temperatura promedio fue de 23 °C y velocidades de viento no mayores a 3,1 m/s. En el Anexo 3-1 se entrega el detalle de cada medición realizada.

Tabla 3–27: Valores de NPS, en dB(A)-Lento y fuentes de ruido presentes en la medición. Periodo diurno

Punto	Periodo diurno			Fuentes de Ruido	Hora de medición
	NPSeq [dB(A)]*	NPSmín [dB(A)]	NPSmáx [dB(A)]		
1	49	36.3	58.0	Tránsito vehicular y viento.	17:00
2	50	41.7	60.7	Tránsito vehicular y ruido en viviendas.	17:20
3	44	33.8	55.3	Tránsito vehicular por Ruta 1 y viento leve.	19:00
4	62	41.8	77.1	Tránsito vehicular por Ruta 1, aves silvestres y oleaje.	19:30
5	56	31.5	72.8	Tránsito vehicular por Ruta 1 y viento leve.	18:00

*Valor aproximado al entero más cercano.

Figura 3-37: Niveles de Presión Sonora (NPS) registrados en horario diurno



Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA.

Como se puede apreciar en la Tabla 3–27 y en la Figura 3-37, los niveles de ruido de fondo registrados en los puntos 1 y 2 son similares entre sí, ya que ambos mantienen igual distancia a la principal fuente de ruido del sector que es el tránsito vehicular que circula por la Ruta 25. Los puntos ubicados en el sector de Michilla presentan variaciones de nivel en función de la distancia que éstos mantienen con la Ruta 1, principal fuente de ruido del sector, así podemos ver que el punto 4, ubicado al costado de la ruta, presenta los mayores niveles de ruido de fondo, y el punto 3, que se ubica a una mayor distancia de la ruta, muestra los menores niveles del sector.

Los valores mínimos vienen dados por la presencia de viento leve y los máximos en su mayoría por el tránsito vehicular en rutas cercanas a los puntos.

b) Periodo nocturno

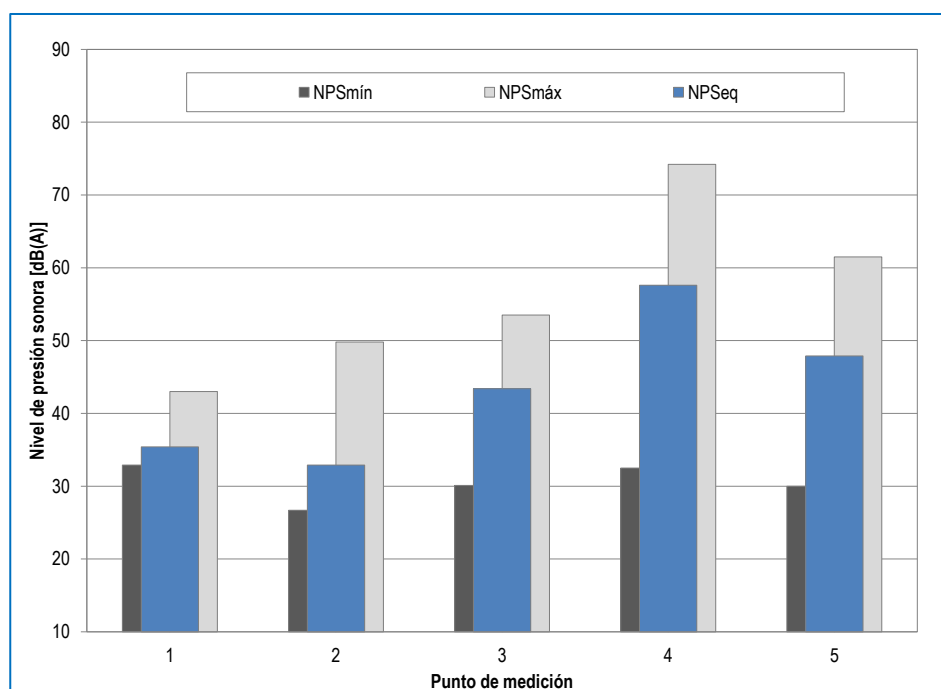
La Tabla 3–28 y Figura 3-38 muestran los valores para el periodo nocturno de NPSeq registrados durante la campaña de mediciones y las fuentes de ruido asociadas a ellos. Al momento de las mediciones las condiciones meteorológicas fueron estables teniendo una temperatura promedio de 13 °C y velocidad de viento de 1,8 m/s durante el periodo nocturno. En el Anexo 3-1 se entrega el detalle de cada medición realizada.

Tabla 3–28: Valores de NPS, en dB(A)-Lento y fuentes de ruido presentes en la medición. Periodo nocturno

Punto	Periodo Nocturno			Fuentes de Ruido	Hora de medición
	NPS _{Seq} [dB(A)]*	NPS _{mín} [dB(A)]	NPS _{máx} [dB(A)]		
1	35	32.9	43.0	Tránsito vehicular y perros lejanos.	01:40
2	33	26.7	49.8	Tránsito vehicular y perros lejanos.	01:50
3	43	30.1	53.5	Tránsito vehicular por Ruta 1, aves silvestres y perros lejanos.	22:00
4	58	32.5	74.2	Oleaje, aves silvestres y tránsito vehicular.	23:15
5	48	30.0	61.5	Tránsito vehicular por Ruta 1, oleaje y aves silvestres.	22:45

*Valor aproximado al entero más cercano.

Figura 3-38: Niveles de Presión Sonora (NPS) registrados en horario nocturno



Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA.

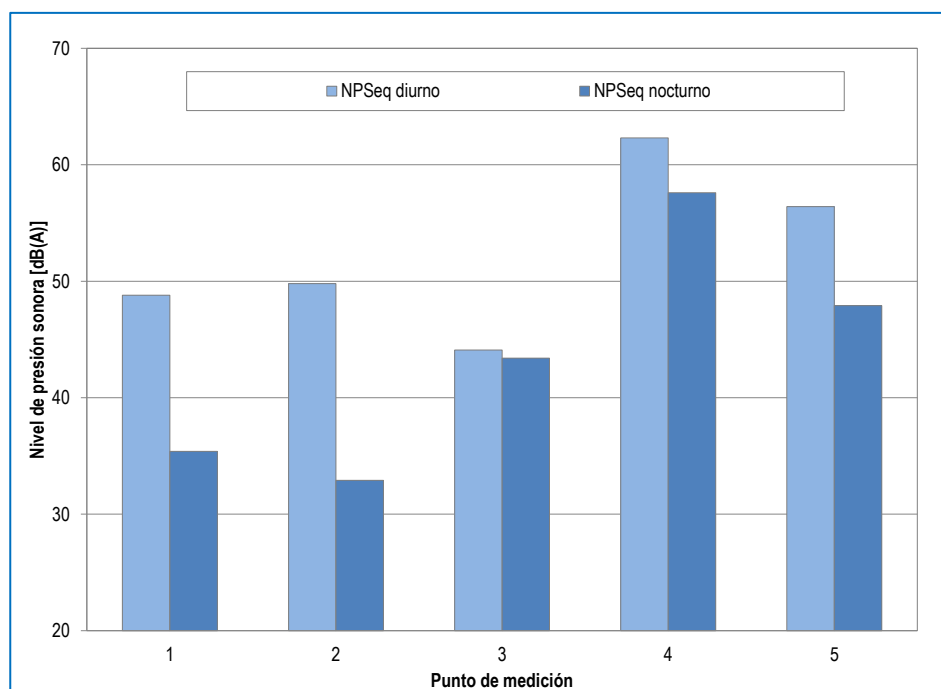
La Tabla 3–28 y el Figura 3-38, muestra los niveles de ruido de fondo obtenidos durante el periodo nocturno, en donde se aprecia que los puntos 1 y 2, ubicados en el sector de Sierra Gorda, nuevamente presentan valores similares entre ellos, siendo el tránsito vehicular por la Ruta 25 y ladridos de perros lejanos las principales fuentes de ruido al momento de los registros. Los puntos 3, 4 y 5 presentan una mayor disparidad entre sus niveles, siendo la distancia que mantienen con la Ruta 1 la causa principal de éstas diferencias, presentando mayores valores los puntos más cercanos a ésta y menores niveles los más alejados.

Al igual que durante el periodo diurno los valores mínimos se producen en periodos de ausencia de tránsito vehicular cercano y los máximos en momento de tránsito cercano por las rutas aledañas.

c) Comparación entre periodos de medición

En el Figura 3-39 se presenta una comparación entre los niveles de presión sonora obtenidos para los periodos diurno y nocturno, donde se aprecian las diferencias de niveles entre ambos periodos.

Figura 3-39: Comparación de niveles de presión sonora obtenidos durante los periodos diurno y nocturno



Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA.

El Figura 3-39 muestra una disminución en los valores obtenidos en periodo nocturno, siendo ésta mayor en los puntos 1 y 2, ubicados en el sector de Sierra Gorda.

En el sector de Michilla, aunque existe una disminución, ésta es menor debido principalmente al flujo continuo de vehículos por la Ruta 1.

d) Máximos permitidos

Los límites máximos definidos se determinan en función de los límites establecidos en el D.S. N° 38/2011 del MMA, en relación con la homologación descrita en el acápite b).

En la Tabla 3–29 se entregan los máximos permitidos para cada punto muestreado.

Tabla 3–29: Niveles máximos permisibles de NPC, según el D.S. N° 38/2011 del MMA

Punto de medición	Zonificación según D.S. N° 38/2011 del MMA	Periodo diurno		Periodo nocturno	
		Nivel ruido de fondo NPSeq [dB(A)]*	NPC Máximo permitido [dB(A)]	Nivel ruido de fondo NPSeq [dB(A)]*	NPC Máximo permitido [dB(A)]
1	Zona II	49	60	35	45
2	Zona II	50	60	33	45
3	Zona Rural	44	54	43	50
4	Zona Rural	62	65	58	50
5	Zona Rural	56	65	48	50

*Valor aproximado al entero más cercano.

En la Tabla 3–29 se aprecia que para el periodo diurno los máximo permitidos varían entre 54 y 60 dB(A), mientras que para el periodo nocturno, estos varían entre 45 y 50 dB(A). Éstos quedan definidos por los límites establecidos para zona III, en el caso de los puntos 1 y 2, y por el ruido de fondo más 10 dB, en los puntos ubicados en el sector de Michilla.

3.2.3.4 Conclusiones

Entre los días 17 y 18 de diciembre de 2014, se realizaron mediciones de ruido de fondo en sectores sensibles, cercanos al emplazamiento del Proyecto. Para la presente campaña se consideraron cinco (5) puntos de muestreo que caracterizan cabalmente cada uno de los sectores sensibles.

Los valores obtenidos durante la campaña varían entre 44 y 62 dB(A) para el periodo diurno y entre 33 y 58 dB(A) para el periodo nocturno. En donde las principales fuentes de ruido detectadas al momento de las mediciones corresponden al ruido producido por el tránsito vehicular que circula por rutas cercanas, la interacción entre el viento y el follaje del sector, y en algunos casos se detectó la presencia de aves silvestres y el rompimiento de las olas, en puntos cercanos a la costa. Para el periodo nocturno se mantiene el tránsito vehicular como la principal fuente de ruido, sumándose a esto la presencia de aves silvestres y perros lejanos.

En función a los valores obtenidos de línea de base y a los límites establecidos en el D.S. N° 38/2011 del MMA para cada punto de evaluación, los niveles máximos permitidos varían entre 54 y 60 dB(A) para periodo diurno y entre 45 y 50 dB(A) para periodo nocturno.

3.2.4 Luminosidad

3.2.4.1 Introducción

En el presente acápite se entrega la caracterización del componente Luminosidad, de acuerdo a lo establecido en la Ley N° 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente y el Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental modificado a través del D.S. N° 40/2012.

La contaminación lumínica consiste en el resplandor o brillo producido por la difusión de la luz artificial, que disminuye la oscuridad de la noche haciendo que se reduzca y desaparezca progresivamente la luz de las estrellas y demás astros. Este fenómeno también dificulta el trabajo de los observatorios astronómicos, por lo que una de las medidas para controlar la contaminación lumínica es reducir la cantidad de luz que escapa hacia el cielo⁴.

Respecto a la calidad astronómica del cielo, a partir del 1 de octubre de 1999 entró en vigencia la Norma de Emisión para la Regulación de la Contaminación Lumínica (D.S. N° 686/1998 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción), que establece un marco legal para la protección de la calidad del cielo, en el contexto de la legislación ambiental. Posteriormente, se establece una nueva Norma de Emisión Regulación de la Contaminación Lumínica (D.S. N° 43/2013), elaborada a partir de la revisión del Decreto N° 686.

El objetivo de la norma es proteger la calidad astronómica de los cielos de las Regiones de Antofagasta, de Atacama y de Coquimbo mediante la regulación de la contaminación lumínica. Se espera conservar la calidad astronómica actual de los cielos señalados y evitar el deterioro futuro.

Las fuentes que deben cumplir esta norma se denominan como Alumbrado de Exteriores, que corresponde al alumbrado realizado con instalaciones estables o esporádicas, de recintos abiertos, para su utilización nocturna como, por ejemplo: Alumbrado de las vías públicas, ornamental y de parques; alumbrado de instalaciones deportivas y recreativas, letreros; alumbrado de instalaciones industriales, de seguridad, y el alumbrado exterior de edificios y condominios. No se considera en esta categoría la iluminación producida por gas natural u otros combustibles, la de los vehículos, ni las luces de emergencia para la seguridad pública.

⁴ <http://www.sinia.cl/1292/w3-propertyvalue-15484.html>

3.2.4.2 Metodología

Se realizó una revisión bibliográfica de diversos estudios sobre el impacto de la luminosidad sobre el medioambiente y, específicamente, de la normativa presente en Chile sobre las emisiones lumínicas.

Para poder identificar las áreas con mayor emisión lumínica se utilizaron las imágenes nocturnas dispuestas por NASA Earth Observatory/NOAA NGDC⁵, que muestran el cielo de 2012, que pueden ser visualizadas en Google Earth, para identificar aquellas zonas que presentan una mayor emisión lumínica, en relación a los observatorios y al Proyecto. Las fotos del cielo nocturno pertenecientes a la colección Nueva versión de "La Tierra de Noche" (The Earth at Night) fue obtenida a través del instrumento Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS) a bordo del satélite Suomi National Polar-orbiting Partnership (NPP) obtenidos durante 9 días de abril de 2012 y 13 días en octubre de 2012. El satélite necesitó 312 órbitas y recopió 2.5 terabites de datos para conseguir las fotografías de todos los continentes e islas de la Tierra⁶.

Se buscó además, información sobre los observatorios astronómicos presentes en el área de estudio, vale decir, la Región de Antofagasta, en donde se emplaza el Proyecto, visitando las páginas de Internet de cada uno de ellos y georreferenciando su ubicación mediante la utilización del software ArcGis 10.0®.

3.2.4.3 Resultados

i. Principales Fuentes de Emisión Lumínica

Dentro del territorio regional de Antofagasta, se pueden identificar una serie de fuentes lumínicas que tienen directa relación con el proceso de urbanización presente en dicho territorio. En este sentido es posible identificar generalmente una gran área luminosa correspondiente a la capital regional, seguida por la luminosidad emitida por otras ciudades que generalmente corresponde a las capitales comunales. Dentro de los patrones observados se puede identificar una mayor luminosidad en los sectores costeros y a través de los valles más importantes de la Región.

En la Figura 3-40 se observa que la Región de Antofagasta cuenta con diversas fuentes de contaminación lumínica. La fuente lumínica más grande identificada corresponde a la ciudad de

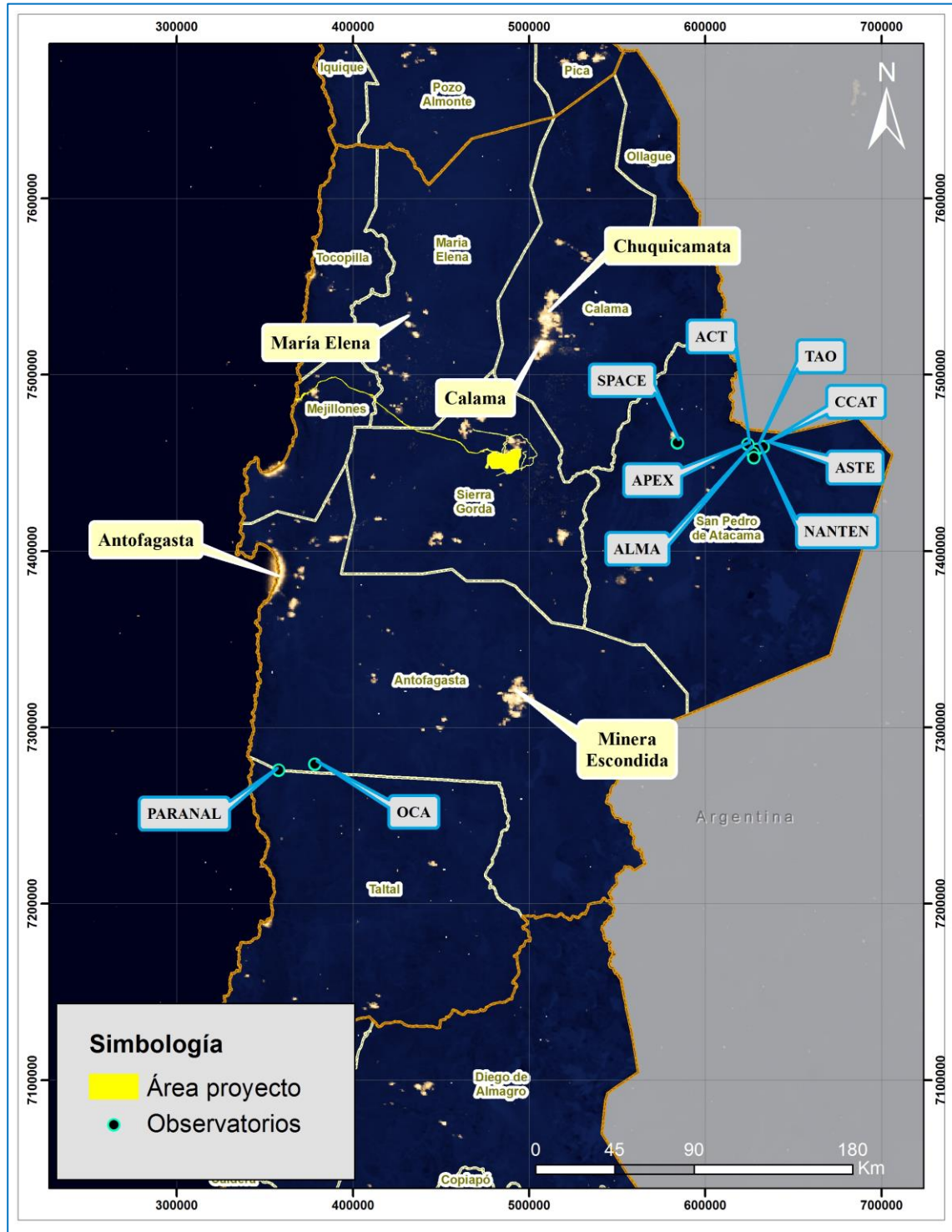
⁵ <http://earthobservatory.nasa.gov/NaturalHazards/view.php?id=79765>

⁶ <http://earthobservatory.nasa.gov/NaturalHazards/view.php?id=79765>

Antofagasta, otras ciudades que se observan son Calama y Mejillones, las cuales corresponden a las ciudades más pobladas de la región.

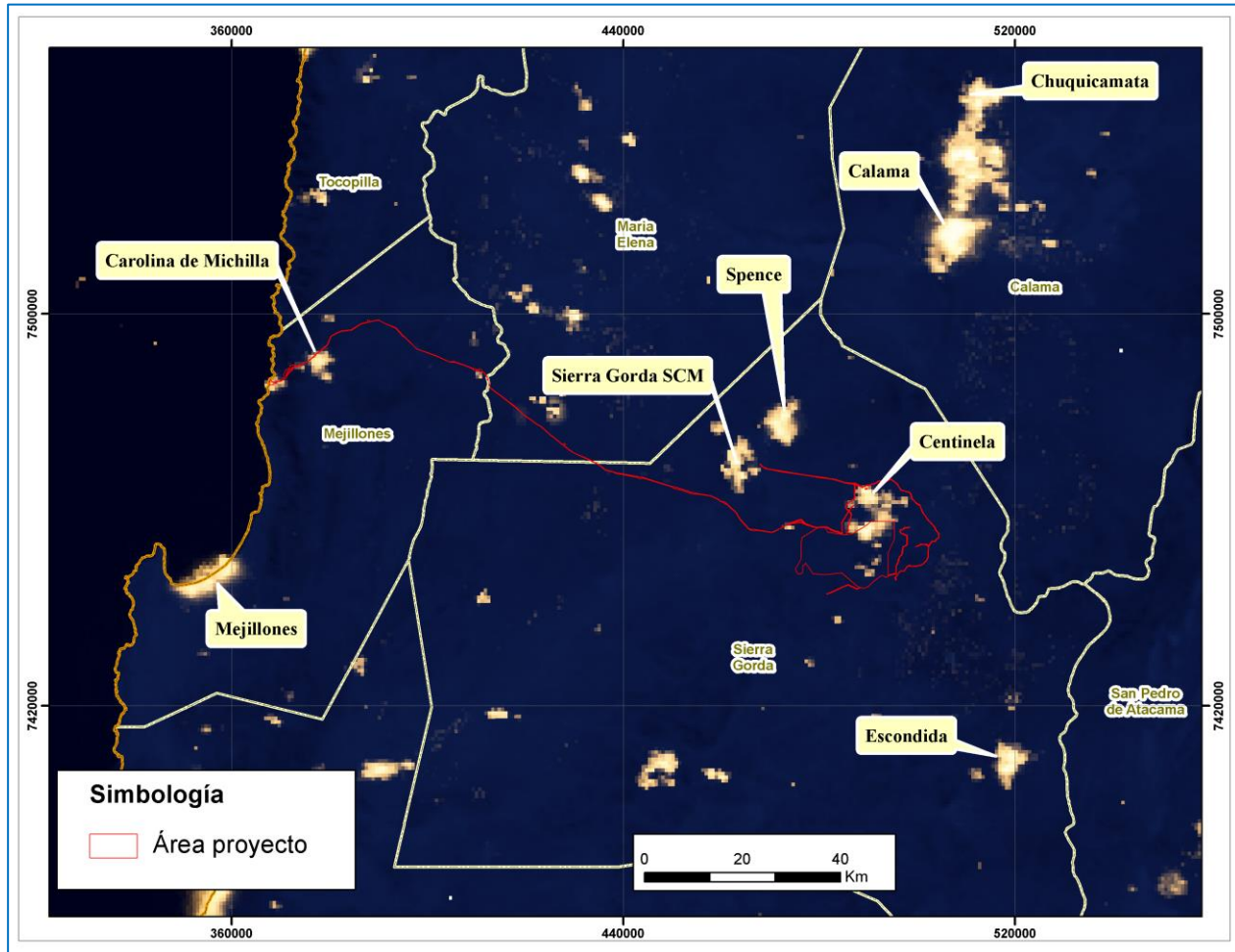
El resto de las fuentes lumínicas corresponden principalmente a faenas mineras, destacándose Chuquicamata y Mina La Escondida. Otras manchas de luz corresponde a diversas faenas mineras de tamaño más pequeño. Todas estas fuentes de contaminación lumínica tienden a concentrarse en el sector costero y de la depresión intermedia. Hacia el sector de la Cordillera de Los Andes la presencia de estas fuentes lumínicas se hace más dispersa.

Figura 3-40: Fuentes de emisión lumínica y ubicación observatorios en Región de Antofagasta



Fuente: Elaboración propia en base a imagen NASA Earth Observatory/NOAA NGDC, 2012.

Figura 3-41: Fuentes de Emisión Lumínica, área del Proyecto



Fuente: Elaboración propia en base a imagen NASA Earth Observatory/NOAA NGDC, 2012.

En cuanto a la situación de la luminosidad en el área de estudio, como se observa en la Figura 3-41, se establece que las principales fuentes de emisión lumínica son las faenas mineras, siendo Minera Centinela una de las principales fuentes identificadas en el Sector Planta-Mina. Para los sectores Ductos y Muelle las fuentes lumínicas disminuyen en tamaño e intensidad, destacándose las emisiones de Minera Carolina de Michilla.

ii. Calidad Astronómica del Cielo

Una de las alteraciones del medio ambiente, y que aumenta rápidamente, son los niveles de iluminación en el medio nocturno provocado por la luz artificial. La contaminación lumínica, cuya manifestación más evidente es el aumento del brillo del cielo nocturno por reflexión y difusión de la luz en los gases y partículas del aire, provoca numerosos y perjudiciales efectos de gran

trascendencia siendo uno de los más importantes el daño a los ecosistemas nocturnos y degradación del cielo nocturno.

La zona Norte de Chile es mundialmente reconocida como la mejor de todo el Hemisferio Sur para realizar observaciones astronómicas debido a la transparencia y claridad de sus cielos nocturnos. Pocos lugares en el mundo cuentan con tantas noches despejadas en el año para poder observar el universo. Se constituye así un patrimonio propio y único que beneficia a sus habitantes, turistas, profesionales y aficionados en la observación de este cielo.

La instalación de los Observatorios profesionales por la oscuridad y transparencia de nuestros cielos, más de 300 noches despejadas, y las excelentes condiciones atmosféricas, han permitido que se siga considerando a Chile como un fuerte candidato para futuros proyectos astronómicos que llevan consigo inversión y trabajo para el Norte de nuestro país.

La Región de Antofagasta cuenta con 10 observatorios astronómicos, identificándose dentro del territorio regional los más importantes centros astronómicos del país e incluso alguno de los más importantes a nivel global. La mayoría de estos observatorios astronómicos se ubican en la comuna de San Pedro de Atacama, en el sector conocido como Valle de Chajnantor, lugar que presenta las condiciones climáticas, sequedad y altitud únicas para esta actividad.

Los observatorios identificados en la Región de Antofagasta se detallan a continuación:

a) Gran Conjunto Milimétrico/Submilimétrico de Atacama - ALMA⁷

ALMA es un telescopio compuesto inicialmente por 66 antenas de alta precisión, que operan a longitudes de onda de 0,3 a 9,6 mm. Su conjunto principal cuenta con cincuenta antenas de 12 metros de diámetro cada una, que actúan conjuntamente como un solo telescopio: un interferómetro. Este telescopio podrá sondear el universo a longitudes de onda milimétricas y submilimétricas, con una visión hasta diez veces más nítida que la del Telescopio Espacial Hubble, lo que permitirá complementar las imágenes obtenidas por el VLT.

El proyecto ALMA es una colaboración entre Europa, América del Norte y Asia Oriental en cooperación con la República de Chile. ALMA está financiado en Europa por ESO, en América del Norte por la fundación Nacional de Ciencia de los Estados Unidos (NSF) en cooperación con Consejo Nacional de Investigación de Canadá (NRC) en Japón por los Institutos Nacionales de Ciencias Naturales en cooperación con la Academia Sinica (AS) en Taiwán y el consejo Nacional de Ciencias (NSC) de Taiwán. La construcción y operación de ALMA están dirigidas por ESO en representación de Europa, por el Observatorio Nacional de Radioastronomía

⁷ <http://www.eso.org/public/chile/teles-instr/alma/>

(NRAO) -gestionado por Associated Universities, Inc. (AUI)- en representación de América del Norte; y por el Observatorio Astronómico Nacional de Japón (NAOJ) en representación de Asia Oriental.

Figura 3-42: Imagen observatorio ALMA



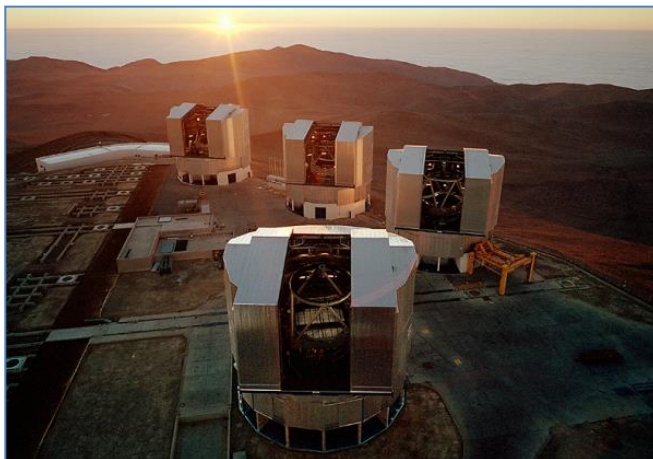
Fuente: <http://www.eso.org/public/chile/teles-instr/alma/>

b) Very Large Telescope de Cerro Paranal (VLT) (ESO-EUROPA)⁸

El conjunto Very Large Telescope (VLT) es el instrumento óptico más avanzado del mundo, compuesto de cuatro unidades de telescopios con espejos principales de 8,2 metros de diámetro y cuatro telescopios auxiliares móviles de 1,8 metros de diámetro. Los telescopios pueden trabajar en conjunto, en grupos de dos o tres, para formar un “interferómetro” gigante, el Interferómetro Very Large Telescope de ESO, permitiendo a los astrónomos ver detalles 25 veces mejor que con telescopios individuales.

⁸ <https://www.eso.org/public/chile/teles-instr/paranal/>

Figura 3-43: Imagen observatorio Cerro Paranal



Fuente: <https://www.eso.org/public/chile/teles-instr/paranal/>

c) Experimento Pionero de Atacama, APEX, Telescopio de Microondas en Chajnantor (Europa)⁹

Ubicado a 5.100 metros de altura, en la Región de Antofagasta, en el llano de Chajnantor, esta antena de 12 metros de diámetro, conocida por su sigla en inglés APEX, es una de las mejores del lugar para practicar la radioastronomía.

La iniciativa opera en Chile por el manejo de ESO y al financiamiento de instituciones extranjeras y es considerada el instrumento terrestre más poderoso para investigar la historia del nacimiento y formación de estrellas en el universo.

⁹ <https://www.eso.org/public/chile/teles-instr/apex/>

Figura 3-44: Imagen observatorio APEX



Fuente: <https://www.eso.org/public/chile/teles-instr/apex/>

d) Observatorio Chajnantor¹⁰

El Observatorio de Chajnantor, es una instalación operada por el Instituto de Tecnología de California (Caltech) en colaboración con la Universidad de Chile y la Universidad de Concepción. Se encuentra a una altitud de 5.080 metros en la Cordillera de Los Andes. La meseta alta y seca de Chajnantor es uno de los mejores sitios del mundo para la astronomía milimétrica y submilimétrica.

En este observatorio se desarrollan dos proyectos:

- Q/U Imaging Experiment (QUIET): Realiza observaciones de la polarización de la radiación cósmica de fondo desde octubre 2008.
- Cosmic Background Imager (CBI): Es un radiotelescopio de propósitos especiales para estudiar el universo temprano al medir la intensidad y polarización de las fluctuaciones de la radiación cósmica de fondo.

¹⁰ <http://www.astro.caltech.edu/chajnantor/>

Figura 3-45: Imagen observatorio Chajnantor



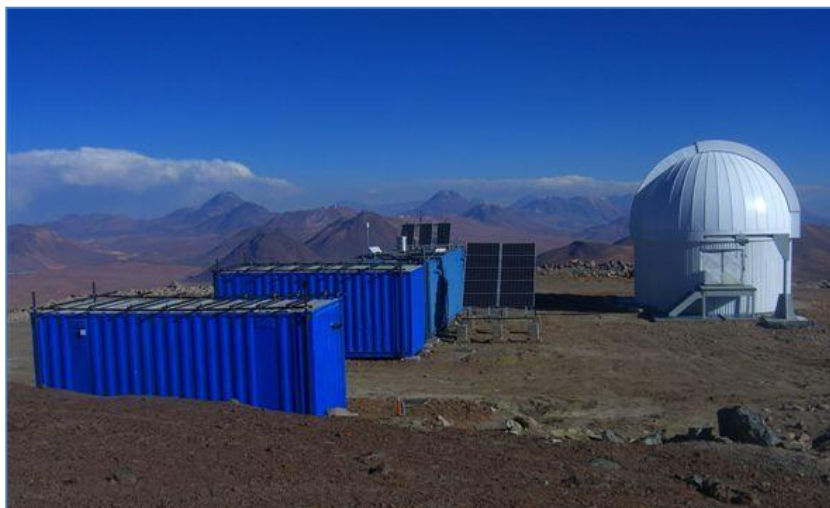
Fuente: <http://www.astro.caltech.edu/chajnantor/>

e) Observatorio de la Universidad de Tokyo Atacama (TAO)¹¹

Es un observatorio astronómico situado en la cima del Cerro Chajnantor, a 5.640 metros la Cordillera de Los Andes. El sitio está ubicado a menos de 5 km al Nor-Noreste del Observatorio de Llano de Chajnantor, donde está ALMA.

El objetivo final del proyecto es la instalación de un telescopio óptico-infrarrojo de 6.5 m. El primer paso fue la construcción de un telescopio de 1 m, llamado miniTAO, terminado en 2009.

Figura 3-46: Imagen observatorio TAO



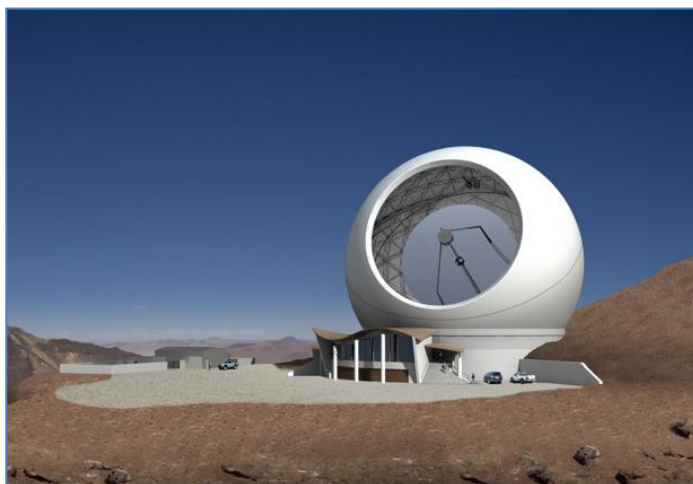
Fuente: <http://www.ioa.s.u-tokyo.ac.jp/TAO/>

¹¹ <http://www.ioa.s.u-tokyo.ac.jp/TAO/>

f) The Cornel Caltech Atacama Telescope (CCAT)¹²

Es un proyecto de astronomía submilimétrica. EL CCAT está diseñado para complementar las capacidades que entregará ALMA. Sus 25 metros de diámetro y 20 minutos de arco de campo de visión estará optimizado para obtener imágenes de campo amplio y submilimétricas, y con sus cámaras de alta sensibilidad, CAT tendrá una velocidad de escaneo muchas veces superior a cualquier otra instalación. La construcción se proyectó para completarse el año 2017.

Figura 3-47: Imagen observatorio CCAT



Fuente: <http://www.ccatobservatory.org/>

g) Atacama Submillimeter Telescope Experiment (ASTE)¹³

El Atacama Submillimeter Telescope Experiment (ASTE) es una antena de 10 metros construido por Mitsubishi Electric como un prototipo de ALMA.

El ASTE fue colocado en Pampa la Bola, cerca del Cerro Chajnantor. La antena presenta una precisión de la superficie de 19 micras (0,00075 pulgadas). El telescopio es controlable de forma remota desde múltiples sitios a través de conexiones vía satélite e Internet. Es operado por el Observatorio Astronómico Nacional de Japón y la Universidad de Tokio, la Universidad de Nagoya, y Universidad de la Prefectura de Osaka, en colaboración con la Universidad de Chile.

¹² <http://www.ccatobservatory.org/>

¹³ <http://www.ioa.s.u-tokyo.ac.jp/~kkohno/ASTE/>

Figura 3-48: Imagen observatorio ASTE



Fuente: <http://www.ioa.s.u-tokyo.ac.jp/~kkohno/ASTE/>

h) Observatorio Cerro Armazones (OCA)¹⁴

Fue inaugurado el día 2 de diciembre de 1995, posee en la actualidad tres telescopios de 1,5 m, 84 cm y 41 cm de diámetro. OCA es un proyecto del Instituto de Astronomía de la Universidad Católica del Norte y el Instituto de Astronomía de la Universidad de Bochum, con la ayuda además de ESO, Inacesa, Soimi y CONICYT. OCA se encuentra ubicado aproximadamente a 130 km al Sureste de la ciudad de Antofagasta en la Sierra Vicuña Mackenna. Se emplaza en un terreno de 52.700 hectáreas bajo concesión de Bienes Nacionales a comienzos de la década de los '90, como un área protegida y reservada para fines astronómicos.

¹⁴ <http://www.iaucl.cl/>

Figura 3-49: Imagen observatorio Cerro Armazones



Fuente: <http://www.iaucn.cl/>

i) San Pedro de Atacama Celestial Explorations, SPACE¹⁵

Ubicado al Sur de San Pedro de Atacama, en la ruta de Toconao, el observatorio es al aire libre, y cuenta con el parque de telescopios más grande de América del Sur, con 2 telescopios de 60 cm, 2 de 45 cm y 6 otros (entre 20 y 60 cm de diámetro). Los telescopios están equipados con oculares Nagler y Ethos. El observatorio fue inaugurado en 2003, y está abierto al público tres semanas por mes. Al 2011, se han albergado 12 telescopios robóticos, de España, Polonia, Bélgica, Italia, Canadá, Rusia y Bielorrusia con diámetros entre 70 mm hasta 50 cm.

¹⁵ <http://www.spaceobs.com/es/home.php>

Figura 3-50: Imagen observatorio SPACE



Fuente: <http://www.spaceobs.com/es/home.php>

j) NANTEN2¹⁶

Se ubica en el llano de Chajnantor, en una planicie a 5.100 metros de altura en el desierto de Atacama, 50 km al Este de San Pedro de Atacama en el sector Pampa La Bola. Cuenta con una antena cubmilimétrica de 4m que opera en las frecuencias entre 115 y 880 GHz. Las organizaciones asociadas a este proyecto son la Universidad de Nagoya, Universidad de Colonia, Universidad de Bonn, Instituto Argelander, ETH Zurich, Observatorio Radioastronomico de Seul, Universidad de Chile y Universidad de New South Wales.

¹⁶ <http://www.astro.uni-koeln.de/nanten2/>

Figura 3-51: Imagen observatorio NANTEN2



Fuente: <http://www.astro.uni-koeln.de/nanten2/>

3.2.4.4 Conclusiones

En la Región de Antofagasta el cielo nocturno analizado presenta diversas fuentes de contaminación lumínica que se encuentran dispersas en el territorio regional, siendo las más importantes las correspondientes a los principales centros urbanos como Antofagasta y Calama y las grandes faenas mineras. Esta Región cuenta con una norma de protección de los cielos nocturnos, por lo cual todas estas fuentes deben cumplir con exigencias en la colocación de luminarias.

No obstante la contaminación lumínica identificada, la Región de Antofagasta presenta el mayor desarrollo de la actividad astronómica del país, contando con algunos de los observatorios más importantes del mundo como el proyecto ALMA y el observatorio Cerro Paranal. El área con mayor desarrollo de esta actividad corresponde al Valle de Chajnantor, donde la mayoría de estos observatorios corresponden al tipo de radiotelescopios, para lo cual utilizan grandes antenas y no dependen de la radiación cósmica. Con todo, ninguno de los observatorios identificados se encuentra cercano al área del Proyecto.

3.2.5 Intensidad de los Campos Electromagnéticos

3.2.5.1 Introducción

En el presente acápite se entrega la caracterización del componente Campos Electromagnéticos, de acuerdo a lo establecido en la Ley N° 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente y el Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental modificado a través del D.S. N° 40/2012.

Las mediciones de campos eléctricos y magnéticos se deben realizar en el área donde exista una fuente potencial de emisión, que para este Proyecto es la línea eléctrica de 220 kV existente entre la subestación Encuentro, en la comuna de María Elena, y la subestación El Tesoro, al interior de las instalaciones de Minera Centinela, en la comuna de Sierra Gorda (RCA N° 10/1998), donde se instalará un nuevo circuito eléctrico.

3.2.5.2 Metodología

i. Medición de Campo Eléctrico

El campo eléctrico generado por instalaciones de frecuencia industrial, por la naturaleza conductiva del terreno a esa frecuencia y las alturas típicas de conductores aéreos, es perpendicular al terreno hasta una altura aproximada de 2 metros, por lo que sólo es necesario conocer la componente vertical del campo eléctrico. Los medidores de tipo caja-dipolo están diseñados con el dipolo en sentido vertical. Al medir se debe usar el valor del campo eléctrico no perturbado (es decir, el campo que existiría en ausencia de personas u objetos). Se debe considerar que el cuerpo humano es conductor, de modo que se utiliza una pértiga aislante para sostener el equipo de medida, evitando alterar el campo natural.

El medidor utilizado es el EFM 131 de EFM Company, Stockbridge. La sonda o sensor de campo eléctrico, definido como “de cuerpo libre”, consiste en un dipolo en forma de cajas rectangulares, con dimensiones de 7 por 20 cm. El detector es un voltímetro digital. El medidor es calibrado para leer el valor efectivo (rms) del campo eléctrico de frecuencia industrial a largo de un eje eléctrico. La sonda y el detector son introducidos en el campo eléctrico con un mango aislante pues el observador debe estar lo suficientemente alejado de la sonda para evitar perturbaciones del campo en la vecindad.

ii. Medición de Campo Magnético

En este caso existen menos mecanismos de perturbación y errores de medición del campo magnético comparado con el caso del campo eléctrico. El cuerpo humano y el terreno son absolutamente permeables al campo magnético, luego la sonda puede ser sujeta con un mango dieléctrico corto sin afectar las mediciones. Los efectos de proximidad de dieléctricos y

conductores malos, no magnéticos, son en general despreciables. En este caso si se requiere conocer las tres componentes del campo y evaluar vectorialmente la magnitud de la inducción.

El medidor de campo magnético consiste igualmente de dos partes, la sonda o elemento sensor de campo, y el medidor, el cual procesa la señal de la sonda e indica el valor efectivo (rms) de la inducción magnética en un display digital. La sonda de inducción magnética consiste de una bobina eléctricamente blindada (elemento sensor uniaxial) y embebida en resina.

3.2.5.3 Resultados

En los últimos años se han realizado diversos estudios de emisiones electromagnéticas en las comunas de Sierra Gorda y María Elena, en el contexto de proyectos que requieren abastecimiento energético (proyectos mineros, industriales, otros), cuyo fin es abastecer el Sistema Interconectado del Norte Grande (SING) (parques solares, eólicos, termoeléctricas, otros) o asistir en la transmisión de energía de un lugar a otro (líneas eléctricas de alto voltaje).

El rango de los resultados de las mediciones de campos electromagnéticos en áreas donde existen tendidos eléctricos varía dependiendo del voltaje de dichos tendidos. Se citan así los resultados de proyectos que se emplacen cercanos a la obra del Proyecto que funcionará como futura emisión (la existente línea eléctrica 220 kV El Tesoro-Encuentro, a la que se le sumará un nuevo circuito eléctrico).

El EIA Nueva Línea 2x220 kV Encuentro-Lagunas¹⁷, que ingresó al SEIA el año 2014 y se encuentra actualmente en calificación, presentó un estudio de campos electromagnéticos para la subestación Encuentro, cuyos resultados de medición calcularon 1.320 Volts/m de campo eléctrico y 22,89 milli Gauss de campo magnético.

La DIA LTE 2x220 kV Encuentro-Sierra Gorda¹⁸, con RCA N° 213/2012, presentó un estudio de campos electromagnéticos en donde el valor de campo eléctrico producido por la línea eléctrica al borde de la franja de servidumbre es 240 Volts/m, y el valor de campo magnético producido es de 22 milli Gauss.

La DIA Parque Eólico Sierra Gorda Este¹⁹, que ingresó al SEIA en el año 2013 con RCA N°490/2014, indica en su Descripción de Proyecto que sus emisiones electromagnéticas estarán muy por debajo de lo establecido por la norma.

¹⁷ http://seia.sea.gob.cl/expediente/expedientesEvaluacion.php?modo=ficha&id_expediente=2129907354

¹⁸ http://seia.sea.gob.cl/expediente/expedientesEvaluacion.php?modo=ficha&id_expediente=6689481

¹⁹ http://seia.sea.gob.cl/expediente/expedientesEvaluacion.php?modo=ficha&id_expediente=2128953475

3.2.5.4 Conclusiones

Los resultados de los estudios realizados por otros proyectos en la zona indican que si bien existen diversas fuentes de campo eléctrico y magnético en el sector, el área estudiada no supera los máximos tolerables para las personas, definidos por la ICNIRP (Comisión Internacional para la Protección contra la radiación No Ionizante), que corresponden a 5.000 Volts/m para el campo eléctrico y 1.000 milli Gauss para el campo magnético.

3.3. Medio Físico - Litósfera

3.3.1 Geología

3.3.1.1 Introducción

En el presente acápite se entrega la caracterización del componente Geología, para el área de influencia definida en el Capítulo 2, de acuerdo a lo establecido en la Ley N° 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente y el Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental modificado a través del D.S. N° 40/2012.

3.3.1.2 Metodología

La descripción del área de influencia definida para este componente se basa en una síntesis del esquema geológico-estructural regional. A nivel local, se describe según las formaciones, sedimentos y/o estratos presentes en cada Sector, definidas en las Cartas Geológicas del SERNAGEOMIN (Hoja Antofagasta; Tocopilla, a escala 1:250.000). Para el Sector Mina-Planta se describe con información geológica de mayor detalle generada por el equipo de Minera Centinela.

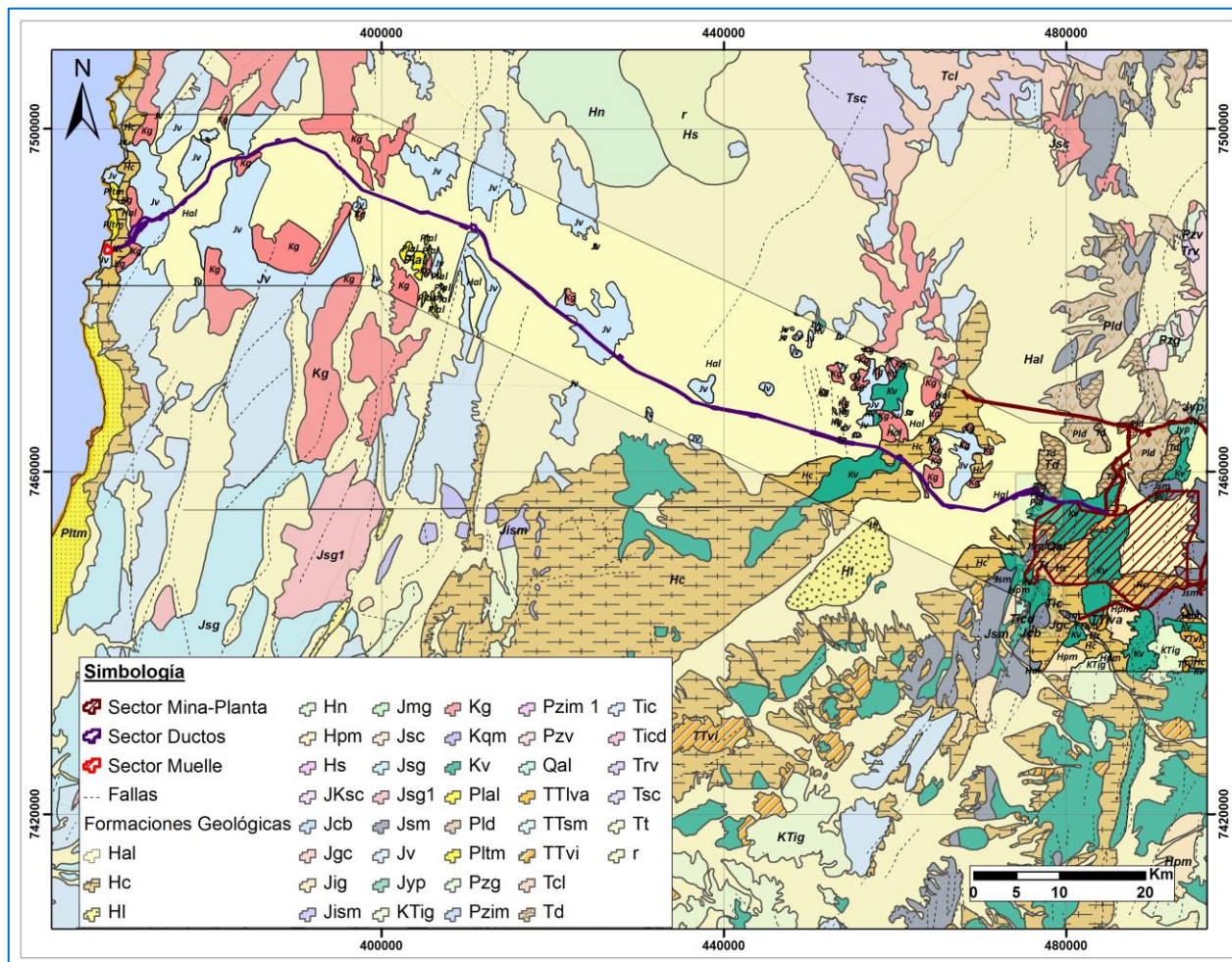
3.3.1.3 Resultados

i. Marco Geológico Regional

El contexto geológico regional del Proyecto, se describe en base a la información de las hojas Geológicas Antofagasta y Tocopilla 1:250.000 elaboradas por el SERNAGEOMIN, según se muestra en la Figura 3-52. Las rocas más antiguas reconocidas en el área, corresponden a las metamórfitas al SSO de la Península de Mejillones (Formaciones Bolsín y Jorgino del Paleozóico).

Las unidades post-Paleozóico presentes, comprenden rocas volcano-sedimentarias del Jurásico; Formación (Fm) La Negra; del Cretácico, Fm Augusta Victoria; del Terciario, Fm Mejillones, del Cuaternario, gravas y sedimentos poco consolidados. Los intrusivos corresponden a rocas graníticas asignadas a cinco ciclos intrusivos emplazados durante el rango Permo Tríasico a Terciario.

Figura 3-52: Contexto Geológico Regional del Proyecto



Fuente: Carta SERNAGEOMIN 1:250.000.

Paleozoico

Las unidades de rocas más antiguas presentes en la región corresponden de Oeste a Este a: esquistos, pizarras y filitas de la Fm Jorgino (Pzim1); gabros tectonizados (Pzim) de la Fm Bolsín e intrusivos graníticos (Pzg) dispuestos en el sector occidental de la Península de Mejillones. El segmento nororiental del área, corresponden a rocas volcánicas fluidales (Pzv) e intrusivas (Pzg), de dimensiones más restringidas y dispuestas en una franja NNE, al oriente del Sistema de Fallas de Domeyko (SFD).

Mesozoico

Engloba la mayor ocurrencia de unidades sedimentarias marinas, continentales y volcánicas presentes en el marco regional, ocurren como secuencias de lavas andesíticas porfíricas y afaníticas continentales de la Fm La Negra (Jv), la que en la Hoja Tocopilla, constituye la unidad de mayor desarrollo areal y se distribuye formando una franja discontinua en la Cordillera de la Costa y en afloramientos aislados más al oriente. En el área de este estudio, las rocas asignadas a esta formación, se emplazan principalmente en los contrafuertes del farellón costero próximo a la quebrada del Diablo. Las rocas presentes corresponden a lavas andesíticas; hacia el oriente, afloramientos de rocas de esta formación son descritas en los Cerros del Buey Muerto y en estación Los Dones.

Otro grupo de rocas de amplio desarrollo en el sector de estudio, son las secuencias de coladas andesíticas, brechas volcánicas e ignimbritas de la Fm. Augusta Victoria (Kv) y volcanitas y sedimentitas terrígenas de la Fm Quebrada Mala (Ksqm) del Cretácico, las que se distribuyen al Sur de Llano de la Paciencia y al Oeste de Pampa de La Paloma, en el trazado de los ductos y la línea eléctrica de 110 kV, y en el Sector Mina-Planta.

Cenozoico

Corresponden a: Secuencia de areniscas, limolitas y coquinas con intercalaciones de yeso y depósitos eólicos intercalados, poco consolidados de la Fm. Mejillones (Pleistoceno) (Pltm). Afloran en la planicie de la Península de Mejillones y se extienden al Norte por la costa frente al Muelle de ex Minera Esperanza; Sedimentos aluviales no consolidados (Hal); Sedimentos coluviales (Hc); Sedimentos de piedemonte (Hdm) y Sedimentos con nitratos (Hn). Ellos se distribuyen en gran parte del área de emplazamiento del Sector Ductos y del Sector Muelle, desde las inmediaciones del Muelle hacia el Este, como así también en el Sector Mina-Planta.

Rocas Intrusivas (Ferrari, 1992; Mpodozis 1993 y Perelló 2010) (Ktgp; Kg; Jsg; Jsm; Ktig)

En el área de la Hoja Tocopilla se han definido dos grupos principales de rocas intrusivas que corresponden a granitoides antiguos asignados al Paleozoico; Los Intrusivos del Carbonífero Superior–Pérmicos que incluyen el Complejo Intrusivo Limón Verde y el Complejo Intrusivo

Pampa Elvira. Los Intrusivos del Paleozoico superior (dioritas y gabros) se asocian con grandes volúmenes de granodioritas ácidas y pórfidos riolíticos.

En el sector oriental, afloran granodioritas porfíricas más modernas, de presumible edad cretácica-terciaria. Los intrusivos del Eoceno contienen la alteración y mineralización tipo pórfido cuprífero representativa del Yacimiento. Al Oeste, en la Cordillera de la Costa se reconocen granodioritas y dioritas de grano medio a grueso que se distribuyen en una franja continua intruyendo a las rocas volcánicas de la Formación La Negra (ALFARO, 1972). En el area Muelle, rocas de esta unidad se observan en afloramientos discontinuos en el borde costero.

Estructuras

El Sector Mina-Planta se ubica en el borde occidental del bloque paleozóico de la Cordillera de Domeyko, atravesado por un abanico estructural de fallas inversas de trazas subparalelas y abiertas hacia el Norte, denominado “Sistema de Falla de Domeyo (SFD)”. Se destacan la falla inversa de Telegrafo, Esperanza y Llano. La prolongación de estas fallas hacia el Norte se ve interrumpida por la cubierta de gravas de Quebrada Los Arrieros (Mpodozis *et al.*, 1993).

En el área Centro–Oeste del Sector Ductos, destaca la presencia de fallas normales de rumbo general NE-SW y de los cuales la más importante es la continuación de la “Falla de Atacama” o “Falla Salar del Carmen” (ARABASZ, 1971), que controla la vertiente oriental de la Cordillera de la Costa y que se prolonga en forma discontinua hacia el Norte, más allá del área de estudio. Destacable son los lineamientos estructurales, probablemente pertenecientes a este sistema, observables en las imágenes satelitales y en los mapas geológicos, al W del Llano de la Paciencia y hasta la Cordillera de la Costa.

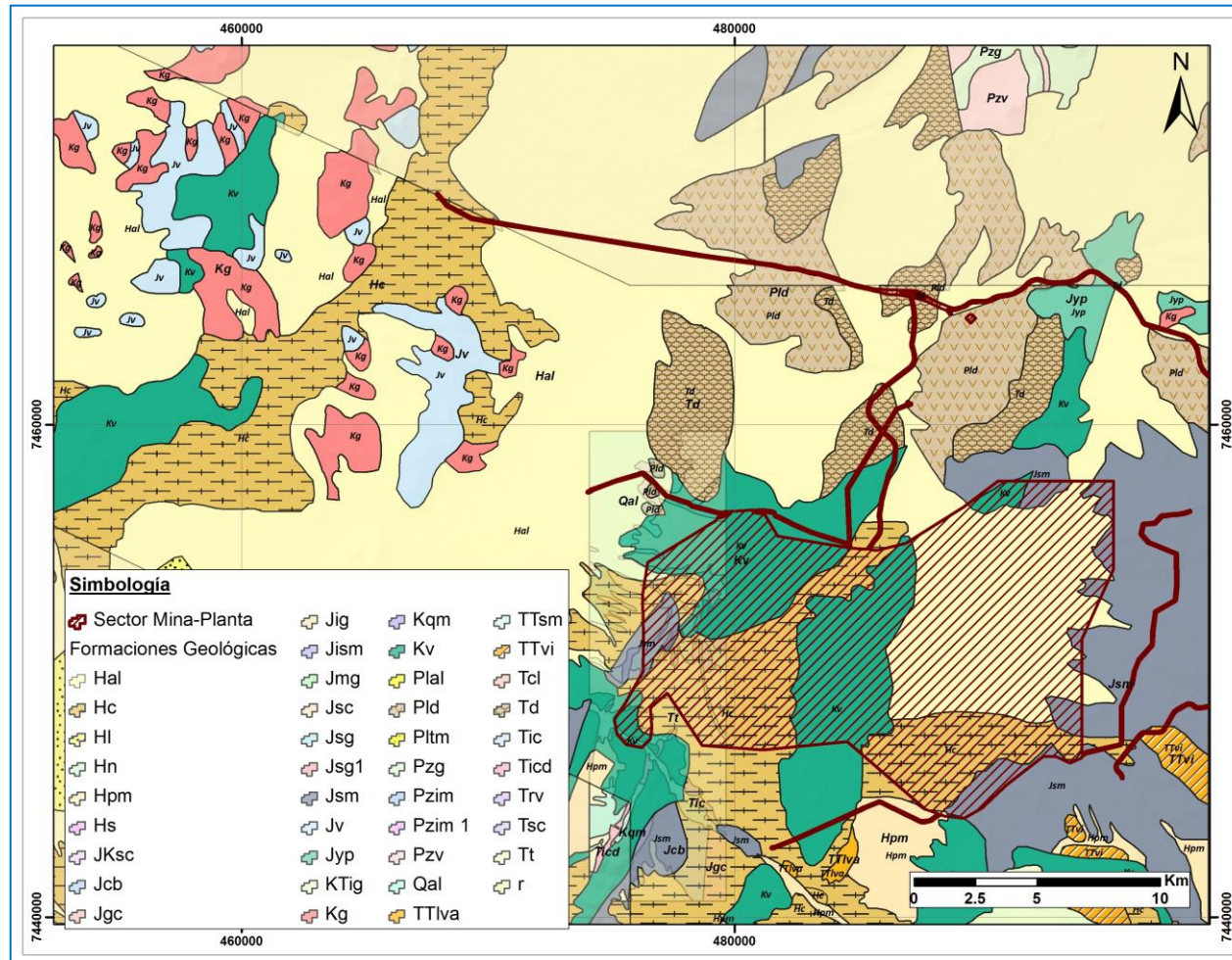
ii. Geología Local

Sector Mina-Planta

El yacimiento Esperanza Sur se emplaza en el segmento Norte del Llano Caracoles (o llano Esperanza), de orientación NNE-SSW limitado a ambos costados por un sistema de fallas inversas (Figura 3-53). Se hospeda en una secuencia de rocas estratificadas inclinadas al Oeste, constituida, de base a techo, por areniscas calcáreas jurásicas del Grupo Caracoles (**Jgc**), que incluyen, en el techo, un nivel de yeso. Se encuentran cubiertas, en discordancia, por rocas volcánicas andesíticas cretácicas de la Formación Quebrada Mala (**Ksqm**). Por el Oeste, las rocas estratificadas están en contacto por falla inversa, con inclinación de 40°-50°W (Falla Telégrafo) sobre una serie de tobas e intrusivos subvolcánicos de probable edad eocena. Un conjunto de filones de pórfidos granodioríticos, subparalelos a la Falla Telégrafo, intruye a las rocas estratificadas y genera los sistemas de pórfido de Cu-Au-Mo del yacimiento Esperanza Sur. Una potente secuencia de gravas polimícticas de piedemonte cubre el yacimiento. La

columna mineralizada reconocida mediante sondajes alcanza una extensión vertical de 900 m. La mineralización hipógena se presenta fundamentalmente en vetillas y como finas diseminaciones de asociaciones de calcopirita y bornita.

Figura 3-53: Geología Sector Mina-Planta



Fuente: Elaboración propia en base a Carta SERNAGEOMIN 1:250.000.

Las unidades geológicas presentes en el sector corresponden a: Formación Las Lomas, Grupo Caracoles, Formación Llanura Colorada, Formación Quebrada Mala, Formación Cinchado y Unidades de gravas.

Formación Las Lomas (Marinovic *et al.* 1996), Triásico Sup.-Jurásico Inf. (TrII)

Serie de lavas y tobas dacíticas que alcanza los 150 m de espesor y aflora en el C° Las Lomas. Se encuentra afectada por la Falla Centinela y por corrimientos del sistema de fallas de Domeyko (Maksaev 1990). Se dispone en contacto discordante erosivo bajo el Grupo Caracoles y en contacto de falla con la Formación Cinchado. Se encuentra intruída por pequeños e irregulares “stocks” de dioritas del Cretácico Superior.

Grupo Caracoles (Marinovic *et al.* 1996), Jurásico Medio-Superior) (Jgc)

Secuencia sedimentaria marina con fósiles que tiene una amplia distribución en el sector oriental del área. Constituida por areniscas calcáreas, calizas, secuencia de conglomerados y tobas subordinadas con presencia de depósitos evaporíticos. Se dispone en discordancia erosiva sobre rocas volcánicas del Triásico Superior – Jurásico Inferior y bajo la Formación Cinchado del Paleoceno-Eoceno Inferior.

Formación Llanura Colorada (Muñoz, 1989, Jurásico Superior-Cretácico inferior)

Secuencia sedimentaria continental transicional costera o lacustre constituida por alternancia de calcilutitas, areniscas calcáreas, calizas, lutitas y niveles evaporíticos (yeso). Se dispone en concordancia sobre el Grupo Caracoles y subyace en discordancia angular a la Fm. Quebrada Mala.

Formación Quebrada Mala (Marinovic *et al.* 1996, Cretácico Superior) (Ksqm)

Secuencia volcano-sedimentaria continental, constituida por tobas, andesitas y niveles de areniscas y conglomerados volcano-detrítico, distribuida en las serranías occidentales del área. Se dispone en discordancia angular sobre la Fm. Llanura Colorada y se presenta cubierta en discordancia angular por las gravas del Mioceno (Mg). Se encuentra plegada e intruída por plutones del Cretácico superior y Paleoceno.

Formación Cinchado (Marinovic *et al.* 1996; Paleoceno-Eoceno Inferior) (Paec)

Secuencia volcano-sedimentaria continental; constituye la roca de caja de los pórfidos Esperanza y Telégrafo; está dominada por un conjunto de domos subvolcánicos (Mora *et al.*, 1994). Más regionalmente, esta formación además incluye niveles de andesita, andesita basáltica y toba.

Gravas Antiguas (Mioceno–Oligoceno) (Mg-Omgt)

Depósitos de gravas polimícticas gruesas poco consolidadas de amplia distribución, con predominio de fragmentos mayores granitoides, volcánicos y calizas, con horizontes arenosos,

niveles de yeso y flujos ignimbríticos. Estas gravas rodean y flanquean los cordones y cerros islas que sobresalen de los Llanos Caracoles y Silencioso, situados al Norte y Sur respectivamente (Mg). Depósitos aluviales, aluvionales y coluviales activos e inactivos de amplia distribución, de gravas polimícticas bien consolidadas con niveles de arenas y finos limo arcillosos y horizontes calcáreos interbandeados (Omgf).

Gravas Modernas (Cuaternario) (Qa – Qal)

Depósitos aluviales, aluvionales y coluviales no consolidados, activos e inactivos de amplia distribución, de gravas polimícticas angulosas, arenas, limos y arcillas que en conjunto representan flujos de detritos relacionados a corrientes de barro. Se ubican en los drenajes más jóvenes que disectan a los depósitos aluviales y coluviales antiguos. Se asignan al Pleistoceno-Holoceno, ya que los procesos que los originaron continúan activos.

Rocas Intrusivas

Los intrusivos del Eoceno contienen la alteración y mineralización tipo pórfido cuprífero representativa del yacimiento.

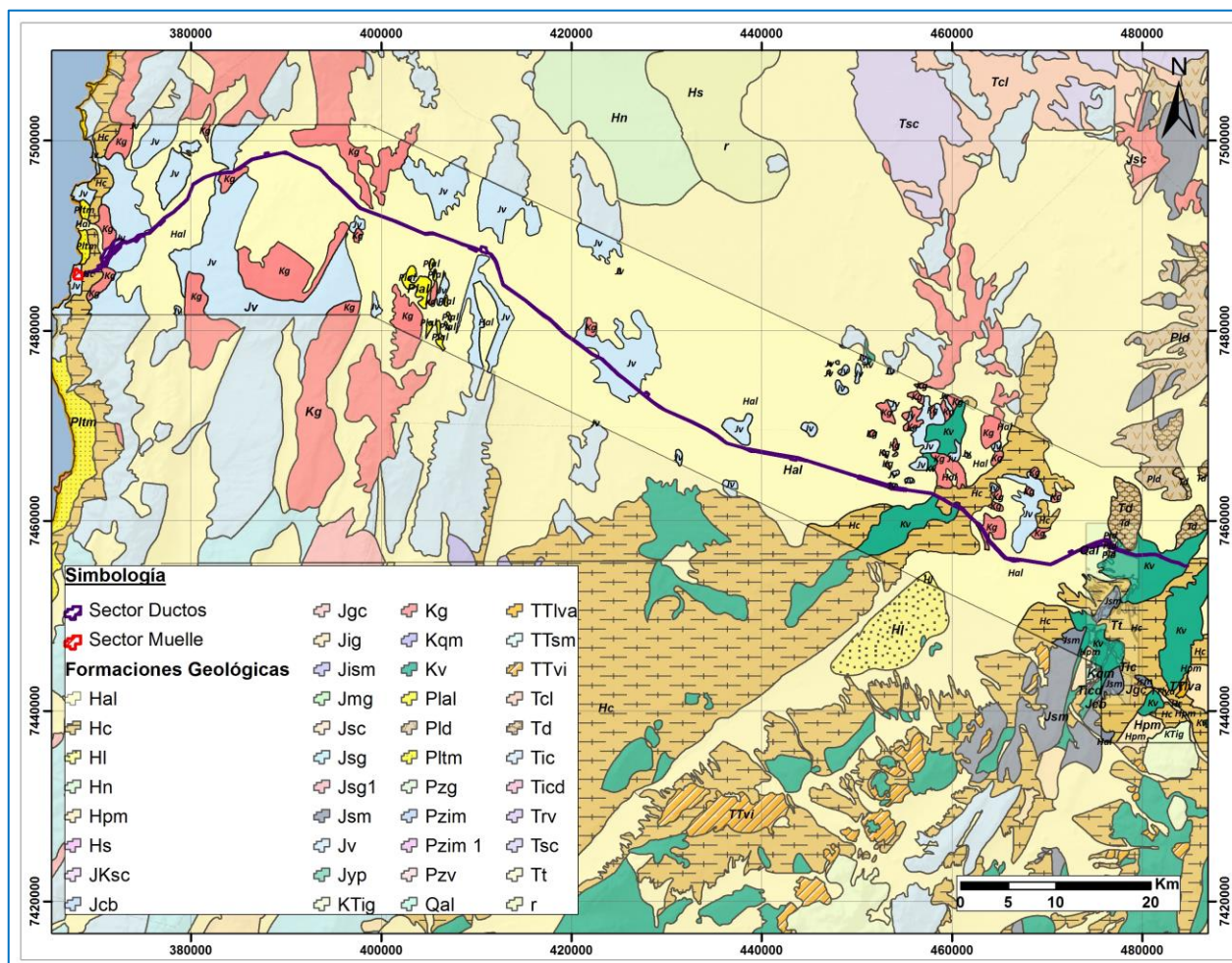
Estructuras

En el segmento Norte del Sistema de Falla Domeyko, destacan las Fallas inversas de Telegrafo, Esperanza y Llano, de dirección NNE a NS. Estas fallas forman parte del denominado “Abanico de Caracoles” (Mpodozis *et al.*, 1993). Fallas de rumbo (más jóvenes) y lineamientos de igual dirección (NS y NNE) son observables en el sector de la Quebrada Julia.

Sectores Ductos y Muelle

En el Sector Muelle afloran rocas intrusivas granodioríticas (**Jsg1**) que sobresalen del nivel de base alcanzando alturas de hasta 3 m, cubiertos parcialmente por arenas y sedimentos marinos de la Formación Mejillones (**Pltm**) y una cubierta cuaternaria de arenas y gravas escasamente consolidadas de origen aluvial, aluvional y coluvial subordinado (**Hc**) de gran heterogeneidad granulométrica que comprenden todo el rango entre bolones y arcillas. Hacia el Este, extensas rampas de deyección bordean los cerros de la Cordillera de la Costa y las depresiones interiores, constituyen depósitos de piedemonte de gravas polimícticas mal seleccionadas, angulosas, con arenas y gran proporción de limos. Depósitos de caliche consistentes en gravas, arenas y limos, cementados con nitratos y cubiertos parcialmente por halita, se disponen en las proximidades de la faja, en el sector del Llano de la Paciencia.

Figura 3-54: Geología Sectores Ductos y Muelle



Fuente: Elaboración propia en base a Carta SERNAGEOMIN 1:250.000.

Estructuras

El rasgo estructural más notable corresponde a la Zona de Falla de Atacama (ZFA). Se presenta subparalela al borde continental, como fallas de gran extensión regional, verticales a subverticales y subparalelas entre sí. Predominan las orientaciones NS y NNE con ramificaciones secundarias NNE y NNW. Ejerce un evidente control estructural en el sistema de quebradas, rasgo observable en las quebradas Mititus y Ordoñez y en los cordones de cerros elongados NS en la faja costera.

3.3.1.4 Conclusiones

Sector Mina-Planta

Geológicamente el yacimiento Esperanza Sur se encuentra cubierto por una potente secuencia de gravas polimícticas de piedemonte y se hospeda en rocas jurásicas estratificadas del Grupo Caracoles, cubiertas por andesitas cretácicas de la Formación Quebrada Mala, e intruidas por cuerpos subvolcánicos y pórfidos granodioríticos generadores de los sistemas de Cu-Au-Mo de Telégrafo.

Estructuralmente posee un sistema de fallas inversas y lineamientos que configuran el yacimiento y la mineralización. Representan el segmento septentrional del Sistema de Falla de Domeyko, conformado por las fallas inversas de Telegrafo, Esperanza y Llano, de dirección NNE a NS que forman parte del denominado “Abanico de Caracoles”.

Sectores Ductos y Muelle

Gran parte del trazado del Sector Ductos se emplaza sobre una cubierta cuaternaria de gravas modernas escasamente consolidadas de origen aluvial, aluvional y coluvial subordinada. Los terrenos de esta faja presentan una gran heterogeneidad granulométrica y litológica que comprenden todo el rango entre bolones y arcillas.

El rasgo estructural en este sector está dado por la Zona de Falla de Atacama (ZFA), donde predominan las fallas de orientaciones NS con ramificaciones NNE y NNO, verticales a subverticales y subparalelas entre sí. Ejercen un evidente control estructural en el sistema de quebradas, rasgo observable en las quebradas Mititus y Ordóñez y en los cordones de cerros elongados NS del sector.

3.3.2 Geomorfología

3.3.2.1 Introducción

En el presente acápite se entrega la caracterización del componente Geomorfología, para el área de influencia definida en el Capítulo 2, de acuerdo a lo establecido en la Ley N° 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente y el Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental modificado a través del D.S. N° 40/2012.

3.3.2.2 Metodología

La descripción del área de influencia definida para este componente se basa en la descripción de las formas generales del relieve regional según la bibliografía existente (Börgel; 1983). A nivel local, se describe a partir de la información especializada, de la interpretación de Cartas Topográficas del IGM (1:50.000), de las pendientes definidas en un Modelo Digital de Elevación a partir de curvas de nivel, del análisis fotosatelital y del reconocimiento en terreno.

3.3.2.3 Resultados

i. Marco Geomorfológico Regional

El Proyecto pertenece a la “Región Septentrional de las Pampas Desérticas y Cordilleras PreAltiplánicas” (Borgel 1983. IGM). De acuerdo a la Figura 3-55, el emplazamiento de los distintos sectores del Proyecto es sobre las unidades que se describen a continuación:

Precordillera de Domeyko: Se origina en el Oligoceno como una serranía baja, alcanzando su altura y envergadura actual, debido a dislocaciones tectónicas pliocénicas, rasgo que le define como un biombo orográfico. Está situada al Oeste del Salar de Atacama y recorre de Norte a Sur aproximadamente 600 km paralela a la cadena andina principal. Marca el límite oriental del Desierto de Atacama. En el área, las mayores alturas varían entre 2.700 y 3.100 msnm. En esta unidad se destaca un conjunto de quebradas organizadas según las máximas pendientes, sin escurrimiento superficial.

En esta unidad se emplaza casi la totalidad del Sector Mina-Planta, incluyendo el trazado alternativo de la Ruta B-229.

Pediplanos y Sistemas de glaciés o pediments: Se extiende en sentido NS, conforma planos inclinados que conectan la cordillera andina con las pampas de la depresión intermedia por los cuales se ha movilizado el material detrítico proveniente de la erosión de las rocas jurásicas y terciarias de la cordillera durante el cuaternario. De acuerdo a su posición topográfica se diferencia en: ***Pediment o glaciés rocoso*** distribuido en la parte apical entre los 2.500 y los 3.000 msnm. y que sobreyace directamente a la roca fundamental meteorizada. ***Pediment o***

glacis detrítico, distribuido en el sector medio y distal entre los 1.500 y los 2.500 msnm, donde prevalecen gravas angulosas, arenas gruesas y finas en tránsito de escurrimiento hacia los planos de sedimentación de las pampas del Desierto de Atacama.

En el piedemont detrítico se emplaza un tramo del Sector Ductos desde el Sector Mina-Planta hasta el Sur de la localidad de Sierra Gorda, al este de la Ruta 25. Se encontraría aquí también el depósito de relaves del Sector Mina-Planta y la zona de empréstitos.

Desierto de Atacama: Corresponde a una faja interior elongada en dirección NS con un ancho medio aproximado de 60 km, conformado por una serie de cuencas parciales debido a la presencia de sierras y cerros aislados de la extensión oriental de la Cordillera de la Costa. Se distingue por su extrema aridez con prevalencia de un sistema de drenaje endorreico de lechos secos. Hacia el Oeste, un sistema de quebradas desciende desde el borde occidental de la Cordillera de la Costa hasta el mar, entre ellas las quebradas de Tames y Chacaya.

En esta unidad se emplaza parte del Sector Ductos (tramo desde el Sur de la localidad de Sierra Gorda hasta alcanzar la Ruta 5).

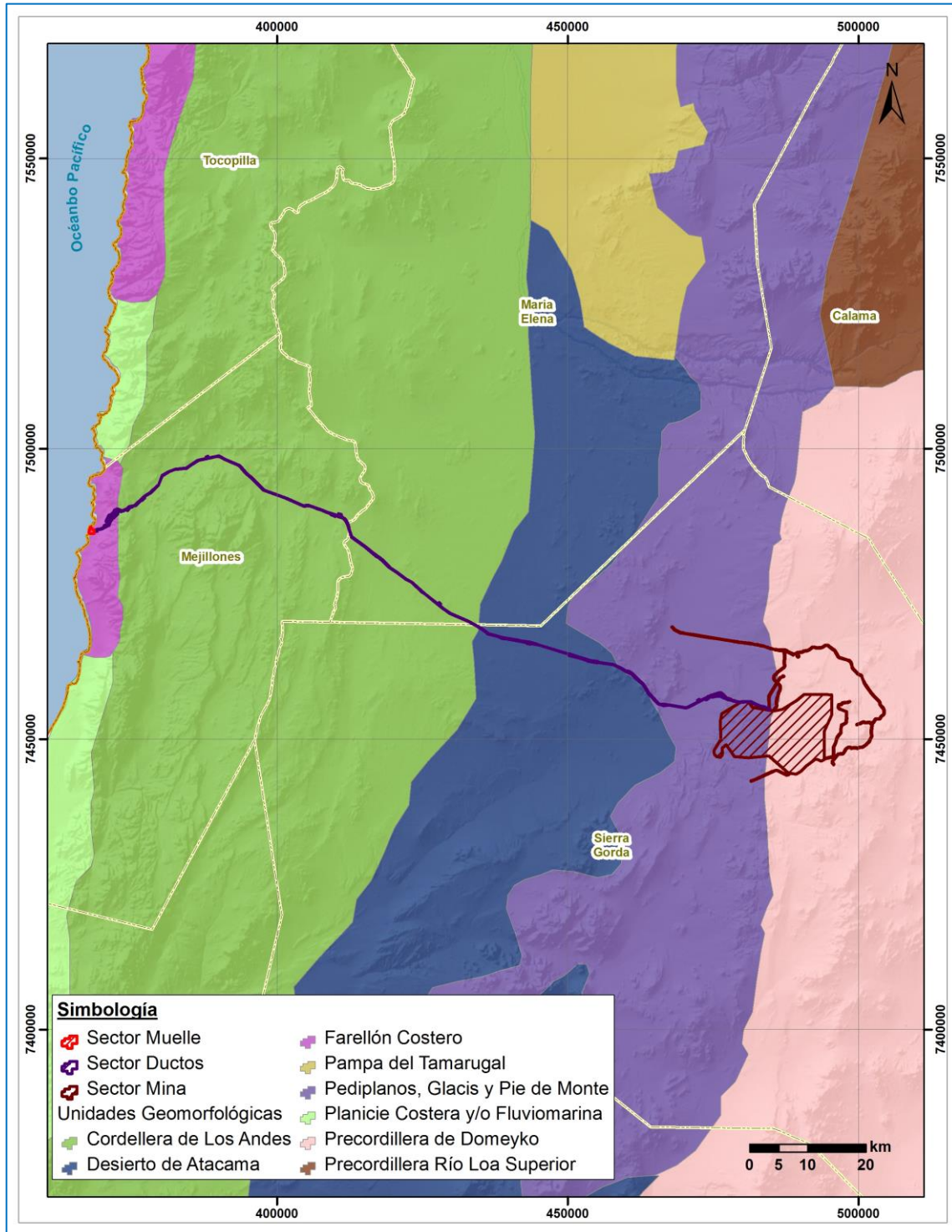
Cordillera de la Costa: Forman parte de esta unidad los terrenos y lineamientos altos que sobresalen del nivel general de la pampa del Desierto de Atacama, por encima de los 1.500 msnm. Presenta un ancho medio aproximado de 50 km siendo su rasgo más notable la asimetría existente entre sus flancos oriental y occidental. Esta unidad se encuentra afectada por procesos tectónicos pasados que se manifiestan en fallas y lineamientos destacándose la zona de la falla de Atacama. Procesos erosivos posteriores han reducido el relieve a lomajes de suaves perfiles convexos, que se manifiestan hacia su flanco oriental.

En esta unidad se emplaza un segmento del Sector Ductos, desde la Ruta 5 hasta la cabecera de la Qda. del Diablo.

Farellón Costero: En la Región de Antofagasta, esta unidad emerge desde el nivel del mar hasta alturas del orden de los 1.000 m de altura próxima a la costa. A partir de los movimientos orogénicos ocurridos en el Cretácico, el área costera se divide en farellón costero alto y farellón costero bajo, ambos situados sobre el nivel del mar y presentándose en general como un acantilado costero bien conservado.

En esta unidad (farellón costero alto) se emplaza el tramo final del Sector Ductos, desde la Qda. del Diablo hacia el Muelle.

Figura 3-55: Esquema Geomorfológico Regional



Fuente: Börgel, 1:250.000.

ii. Geomorfología Local

Se describen las principales geoformas, destacando las unidades no consolidadas; el sistema de drenaje principal, y la elevación e inclinación del terreno que se representa en el plano de pendientes, utilizando como referencia los rangos de la Tabla 3–30.

Tabla 3–30: Valores de referencia para Pendientes

Pendiente (°)	Pendiente (%)	Concepto	Umbral Geomorfológico
0 – 2	0 – 4.5	Horizontal	Erosión nula a leve
2.1 – 5	4.6 – 11	Suave	Suave, erosión leve, difusa. Shettwash. Inicio de regueras. Soliflucción fría o geliflucción
5.1 – 10	11.1 – 22	Moderada	Erosión moderada a fuerte. Inicio de erosión lineal. Rillwash o desarrollo de regueras
10.1 - 20	22.1 – 44.5	Fuerte	Fuerte, erosión intensa. Erosión lineal frecuente. Cárcavas incipientes.
20.1 – 30	44.6 – 67	Muy Fuerte	Moderadamente escarpada, cárcavas frecuentes. Movimientos en masa, reptaciones.
30.1 – 45	67.1 – 100	Escarpada	Coluvionamiento, Soliflucción intensa.
45 <	100 <	Muy Escarpada a Acanalada	Desprendimiento y derrumbes. Corredores de derrubios frecuentes.

Fuente: Guía para la elaboración de estudios del medio físico, MOPT.

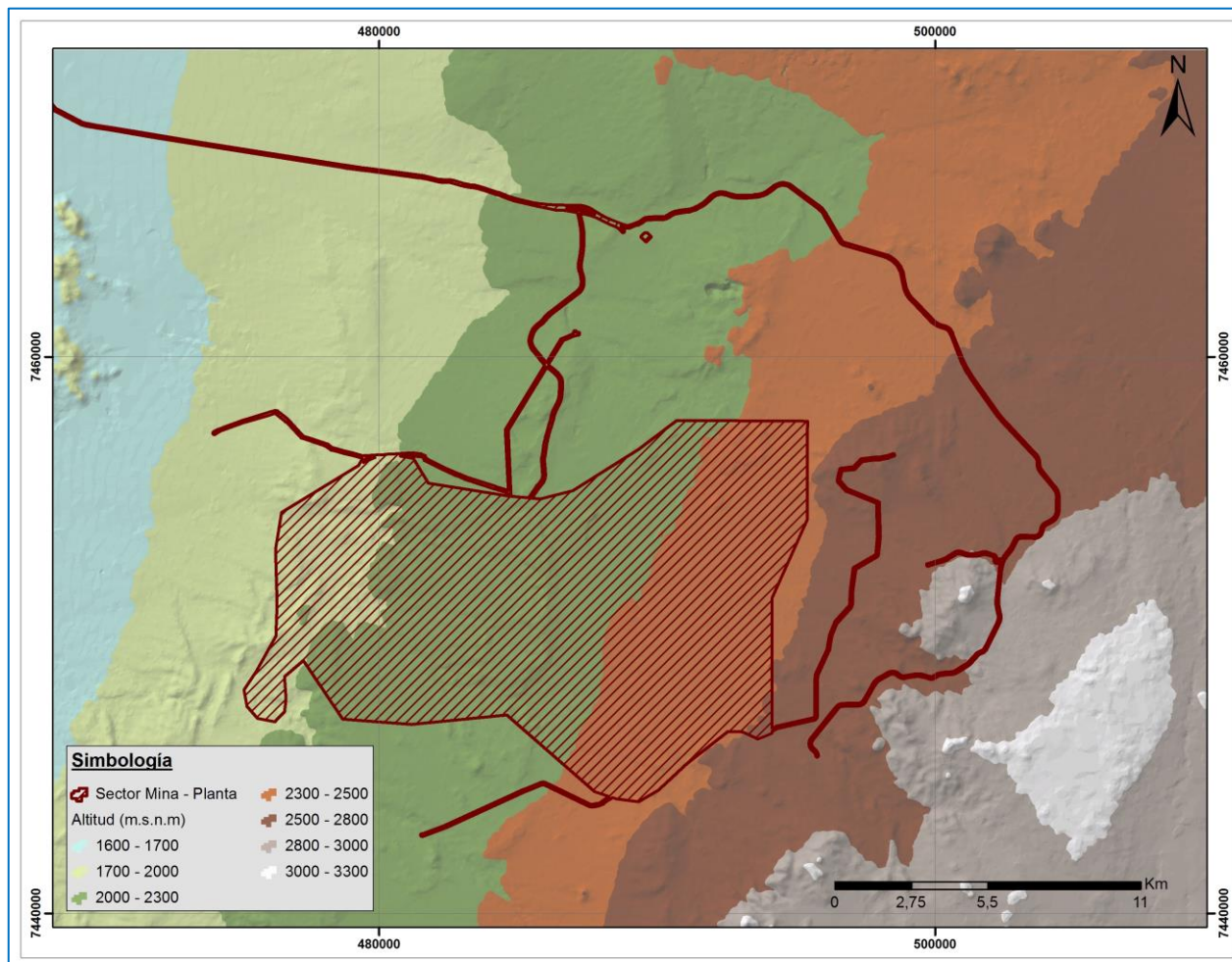
Sector Mina-Planta

Se emplaza en piedemont o glasis detrítico a una altura media de 2.300 msnm (Figura 3-56). Las mayores elevaciones corresponden a los cerros de la precordillera de Domeyko: Cerro (C°) Coronado (2.783 msnm), La Deseada (3.088 msnm) y Caracoles (2.890 msnm). Por el Oeste los Cerros Chato (2.230 msnm); Cordón Ceniciento (2.295 msnm) y Los Gemelos (2.336 msnm) al Sur del área.

Las pendientes y altitud (Figura 3-57) decrecen hacia el poniente. Pendientes medias a fuertes en las laderas y estribaciones de los cerros Mirador, Mellizos y Coronado. Pendientes suaves en torno a sus estribaciones, y subhorizontales a muy suaves en el Llano de Caracoles y hacia el llano occidental del Cerro Chato.

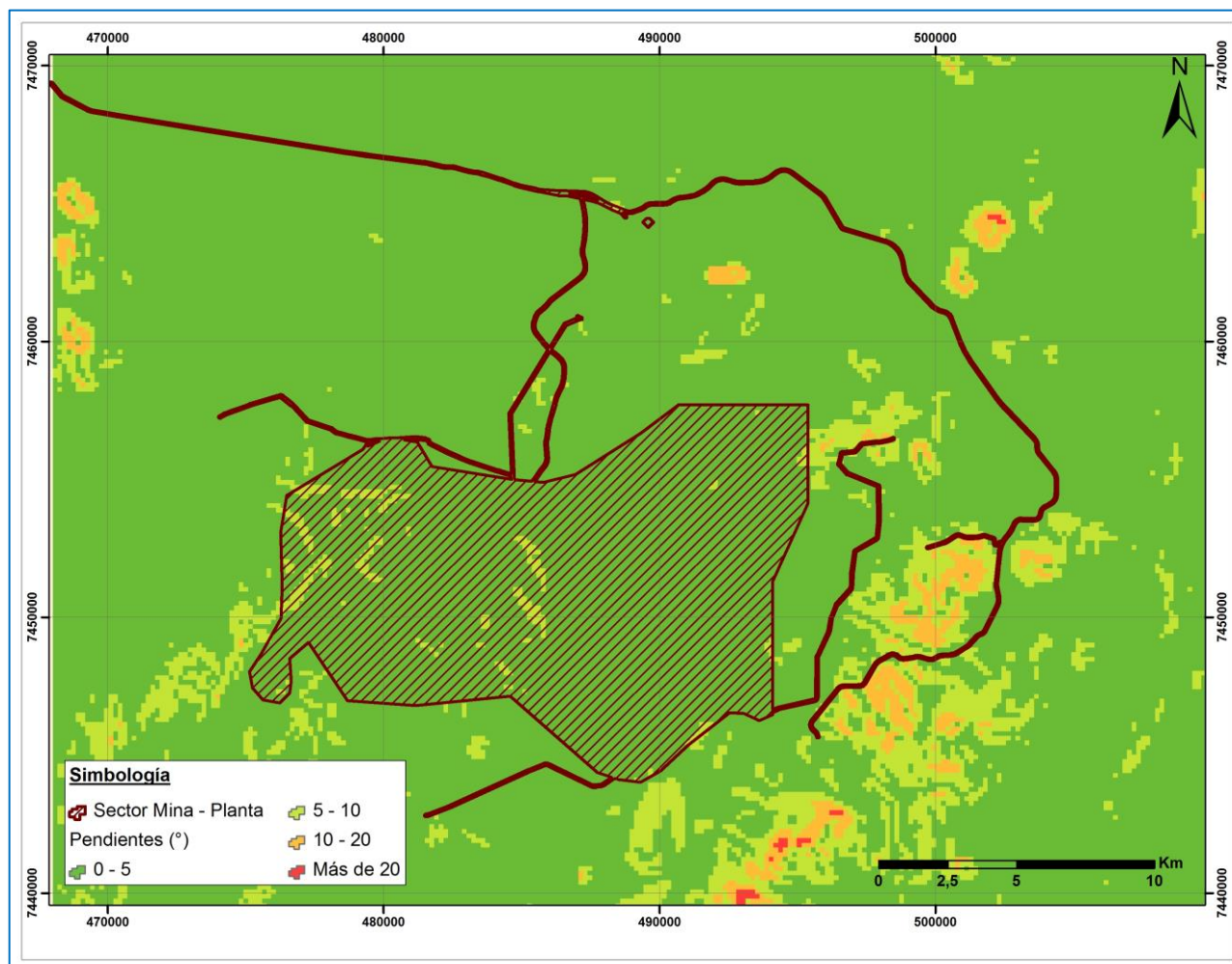
Al poniente del Cordón Ceniciento y Gemelos, un anfiteatro de rocas y derrubios parcialmente continuo conforma la cabecera oriental de un sistema de quebradas menores (C1, C2 y C3) que dan forma a un piedemonte de gravas modernas en el Llano Julia y alimentan aguas abajo las quebradas principales. Las pendientes se incrementan a medias en laderas de Qda. Julia. De Norte a Sur, las quebradas que interceptan este Sector corresponden a: Qda. Esperanza, Descubridora; Deseada y Honda. Hacia el poniente las incipientes del Cordon Cenicientos (C1, C2 y C3), la Qda. San Juan y Qda. Julia. Todas ellas con cauces secos y escurrimientos eventuales asociados a precipitaciones ocasionales.

Figura 3-56: Pisos Altitudinales Sector Mina-Planta



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3-57: Pendientes Sector Mina-Planta



Fuente: Elaboración propia.

Sectores Ductos y Muelle

El Sector Muelle se emplaza en los terrenos al Sur de la localidad de Michilla, en una terraza marina estrecha por la proximidad del farellón costero y el borde Pacífico. Las pendientes de este sector son mayoritariamente suaves y localmente con rasgos topográficos abruptos circunscritos a las proximidades de los afloramientos rocosos. Una red de huellas vehiculares irrumpe este sector y facilitan su uso como botaderos informales de desechos.

Por su extensión, el Sector Ductos transita por todas las unidades geomorfológicas descritas en el marco regional. Por la naturaleza operativa de la obra, las pendientes del emplazamiento son mayoritariamente suaves a muy suaves (5-10%) y localmente mayores donde las condiciones naturales del terreno imprimen restricciones topográficas como sucede en el farellon costero y Qda. del Diablo. Esta faja se describe de Oeste a Este (Figura 3-58).

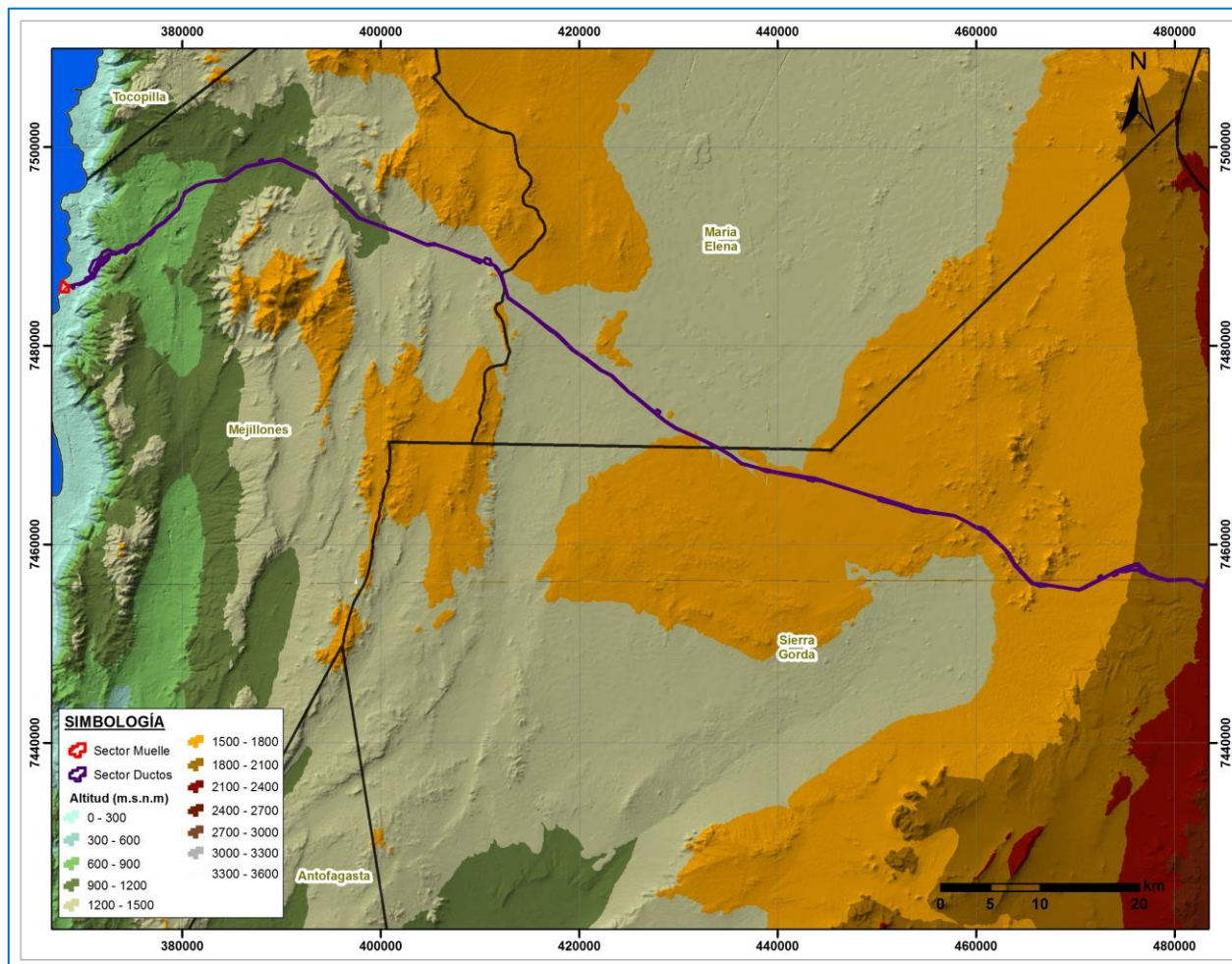
En su extremo Oeste, la faja del ducto sale de los terrenos industriales de Minera Centinela cruzando la Ruta 1, para remontar por el plano inclinado del cono aluvional de Qda. del Diablo. La Qda. del Diablo está excavada directamente en rocas volcánicas diaclasadas y fracturadas, con pendientes muy fuertes, presentando taludes subverticales en ambos lados de la quebrada, con evidencias de caída de rocas. Las pendientes se suavizan hacia el Este.

Desde este punto se continúa por las estribaciones orientales de la Cordillera de la Costa, interceptado por la Qda. de Tames, en sector de suave pendiente hacia el SW, cuyo cauce muestra la ocurrencia de flujo de detritos. Las pendientes se incrementan localmente hacia los afloramientos rocosos que flanquean la faja al Norte y Sur entorno al camino minero paralelo al trazado de los ductos, en un talud detrítico de pendientes suave con bloques y fragmentos de rocas en su base. Le antecede un amplio eje de quebrada con regueros irregulares de arenas y limos arcillosos.

A partir de este punto hacia el Este, la faja transcurre en una planicie muy suave morfológicamente homogénea del desierto de Atacama, que alterna lechos secos con planos con bloques de andesita oscura. La faja continúa por el llano desértico de Bella Esperanza, fuertemente alterado antrópicamente por explotaciones calicheras, continuando por el piedemonte detrítico de la cordillera de Domeyko, con sectores de limos y finos (chuscales) en la proximidad de la Ruta 5.

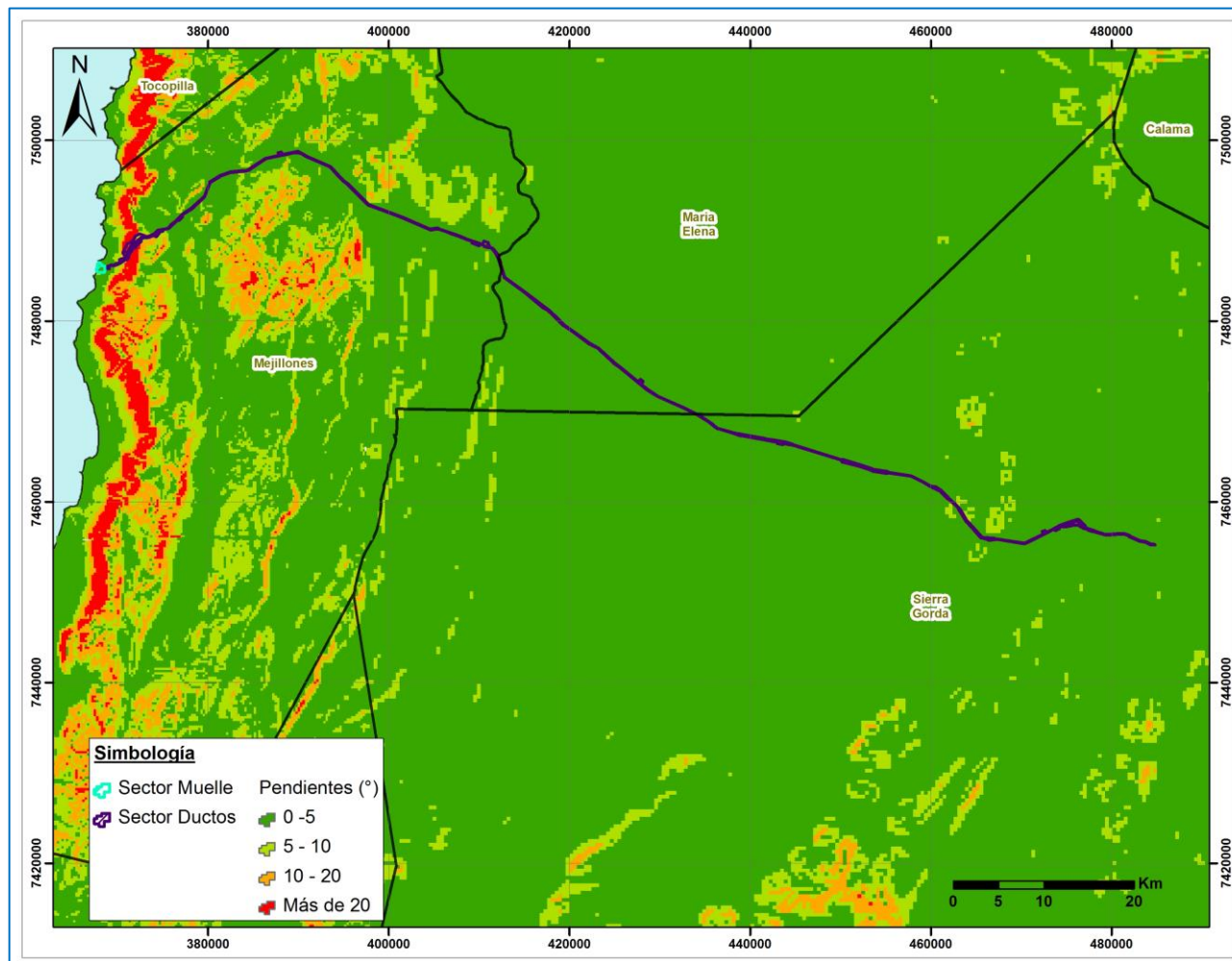
Hacia el oriente se emplaza en la continuidad del llano detrítico que es flanqueado por los cerros Negro (al Norte), por laderas del cordón La Paloma (Figura 3-59). En su inicio en el sector de ex Mina Esperanza el trazado es interceptado por la Qda. Deseada, y Qda. La Isla.

Figura 3-58: Pisos altitudinales Sectores Ductos y Muelle



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3-59: Pendientes Sectores Ductos y Muelle



Fuente: Elaboración propia.

3.3.2.4 Conclusiones

El Proyecto se inserta en la “Región Septentrional de las Pampas Desérticas y Cordilleras Pre-Altiplánicas” (Borgel 1983. IGM), cruzando de Este a Oeste a nivel regional las unidades geomorfológicas principales: precordillera de Domeyko, Pediplanos y sistemas de glacis o pediments, Desierto de Atacama, Cordillera de la Costa y la Planicie marina.

De acuerdo al análisis geomorfológico local, los sectores del Proyecto se caracterizan en términos generales como sigue:

Sector Mina-Planta

Se emplaza principalmente en el piedemont o glacis detrítico circunscrito entre las cotas 1.500 y 3.000 msnm a una altura media de 2.300 msnm. Las mayores elevaciones corresponden a los cerros de la precordillera de Domeyko con cotas que oscilan entre los 3.100 y 2.200 msnm, en las cercanías del C° Coronado (2.783 msnm).

Las pendientes y altitud decrecen de oriente a poniente con pendientes muy suaves en los llanos de Caracoles y hacia el llano occidental del Cerro Chato, rasgo que contribuye a procesos erosivos débiles e incipientes con predominio de formas de sedimentación.

De Norte a Sur, las quebradas que interceptan este Sector corresponden a: Qda. Esperanza, Descubridora; Deseada, Honda. Hacia el poniente las Qdas. San Juan y Julia. Todas ellas con cauces secos y escurrimientos eventuales asociados a precipitaciones ocasionales.

Sectores Ductos y Muelle

Por su extensión, el Sector Ductos transita por la totalidad de las unidades geomorfológicas descritas en el marco regional. El Sector Muelle se presenta como una planicie litoral aterrizada con pendientes suaves a muy suaves y núcleos de rocas intrusivas que sobresalen del nivel de base, cubiertos parcialmente por arenas y sedimentos marinos.

La faja de ductos presenta pendientes suaves a muy suaves que se incrementan a las cercanías del farellón costero y la Qda. del Diablo, desde donde se emplaza por la cuchilla de taludes subverticales hasta la parte alta de la Cordillera de la Costa y sus estribaciones orientales que definen pequeñas cuencas de pendiente suave conformada por depósitos aluviales y salinos no consolidados de la Depresión Intermedia. Hacia el Este la faja se emplaza en una planicie de pendiente muy suave morfológicamente homogénea del desierto de Atacama que alterna lechos secos con planos con bloques de andesita oscura.

3.3.3 Riesgos geológicos y geomorfológicos

3.3.3.1 Introducción

En el presente acápite se entrega la caracterización del componente Riesgos Geológicos y Geomorfológicos, de acuerdo a lo establecido en la Ley N° 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente y el Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental modificado a través del D.S. N° 40/2012.

3.3.3.2 Metodología

La descripción del componente se realiza para riesgos derivados de causas endógenas y exógenas. Los primeros (sismicidad y volcanismo) de alcance regional, basados en informes expertos y antecedentes existentes; los segundos, tienen relación con la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa, flujos de detritos y caída de rocas. Su ocurrencia se restringe al área del Proyecto.

3.3.3.3 Resultados

i. Riesgos Endógenos

El riesgo derivado de procesos endógenos, de ocurrencia cierta y relevante para el Proyecto corresponde al riesgo sísmico. Subordinados, de ocurrencia cierta y efectos controlables son los riesgos asociados a precipitaciones extremas, generadoras de eventos aluvionales e inundaciones. Respecto al riesgo volcánico, este es prácticamente inexistente por la ubicación de los centros activos y la distancia del Proyecto.

a) **Sismicidad: Marco Sismotectónico**

En consideración al amplio territorio en donde se emplaza el Proyecto, a continuación se entrega información bibliográfica Regional en base a los datos del Servicio Sismológico de Chile.

El riesgo sísmico se define como la probabilidad de ocurrencia de un sismo destructor durante la vida útil de una obra determinada. En Chile se conjugan factores geográficos, geológicos,

morfológicos y tectónicos, interactuando positivamente en el tiempo y espacio para generar permanente actividad sísmica (Hauser, 1993²⁰).

En términos de macro escala, la actividad sísmica a lo largo del territorio nacional está estrechamente asociada al fenómeno de la tectónica global de placas. En el caso específico de Chile intervienen principalmente la placa de Nazca y la placa Sudamericana. El borde de contacto entre ellas se sitúa a lo largo de la fosa marina de Chile, a una distancia de la costa que varía entre 100 y 200 Km. La placa de Nazca al Oeste de la fosa, tiene un desplazamiento relativo de unos 10 cm/año hacia el Este respecto de la placa Sudamericana, y representa, por lo tanto, un movimiento de convergencia entre ambas placas, que trae consigo la subducción de la placa marina por debajo del continente, según un plano inclinado conocido como plano o zona de Benioff. Un porcentaje muy grande de los sismos chilenos ocurre en la zona de Benioff (sismos ínter placa). Por la geometría de este plano, los sismos ínter placa cerca de la fosa son de carácter superficial y se profundizan hacia el Este llegando a tener profundidades de foco de unos 100 a 300 Km en la zona cordillerana.

Marco Sismo-Tectónico de la Zona Norte de Chile entre los 20° S y 26° S

Numerosos son los trabajos geofísicos realizados en la zona Norte de Chile que inciden en el conocimiento de la zona donde se ubica el Proyecto. Kausel y Lomnitz (1969), James (1971), Nishenko (1985) y otros han contribuido al conocimiento de las características de la sismicidad y estructura de la zona de borde occidental de Sudamérica, haciendo uso de la distribución espacial de hipocentros y mecanismos de foco de Nazca a lo largo de la costa de Chile. El concepto de “Seismic gap” ha permitido avanzar en el conocimiento de la secuencia espacial y temporal de los grandes terremotos, lo que hace posible prever en grandes rasgos la ocurrencia futura de sismos mayores (Nishenko 1985 y Kelleher 1972).

En la Tabla 3–31 se listan los principales eventos sísmicos ocurridos en la Región de Antofagasta. Se consideraron los eventos ocurridos entre los años 1570 y 2014, cuya intensidad sea igual o mayor a los 7,0° en la escala Richter.

²⁰ Hauser, A. 1993. Remociones en masa en Chile. Servicio Nacional de Geología y Minería. Boletín N° 45, 75p.

Tabla 3–31: Sismos de magnitud igual o mayor a 7,0° Richteren la Región de Antofagasta (1570 a 2014)

Fecha local	Hora local	Latitud	Longitud	Magnitud Ms	Magnitud Mw	Profundidad (km)	Efecto
04/10/1910	19 :00	-22.000	-69.000	7,3	-	-	s/i
28/04/1926	7 :13	-24.000	-69.000	7,0	-	180	s/i
20/11/1928	16 :35	-22.500	-70.500	7,1	-	25	s/i
19/10/1929	16 :18	-23.000	-69.000	7,5	-	100	s/i
13/07/1936	7 :12	-24.500	-70.000	7,3	-	70	s/i
08/07/1942	1 :55	-24.000	-70.000	7,0	-	140	s/i
29/05/1949	21 :32	-22.000	-69.000	7,0	-	100	s/i
09/12/1950	17 :38	-23.500	-67.500	8,3	-	100	s/i
06/12/1953	22 :05	-22.100	-68.700	7,4	-	128	s/i
29/07/1957	13 :15	-23.500	-71.500	7,0	-	-	s/i
03/08/1962	4 :56	-23.300	-68.100	7,1	-	67	s/i
05/03/1987	6 :17	-24.388	-70.161	7,3	-	62	T
30/07/1995	1 :11	-23.360	-70.310	7,3	8.0	47	T
14/11/2007	12:40	-22.314	-70.078	7,5	7.7	47.7	s/i

T: Tsunami, s/i: Sin Información.
 Fuente: Servicio Sismológico, Universidad de Chile.

Al analizar los datos, se observa una frecuencia distante de sismos de magnitud perceptible, existiendo años en que no hay registro de sismos de consideración. Sin embargo, los movimientos telúricos son un fenómeno natural en la región que por su naturaleza son impredecibles. Como consecuencia de ello no se puede establecer con seguridad, ni rangos de magnitud, ni tiempos de ocurrencias.

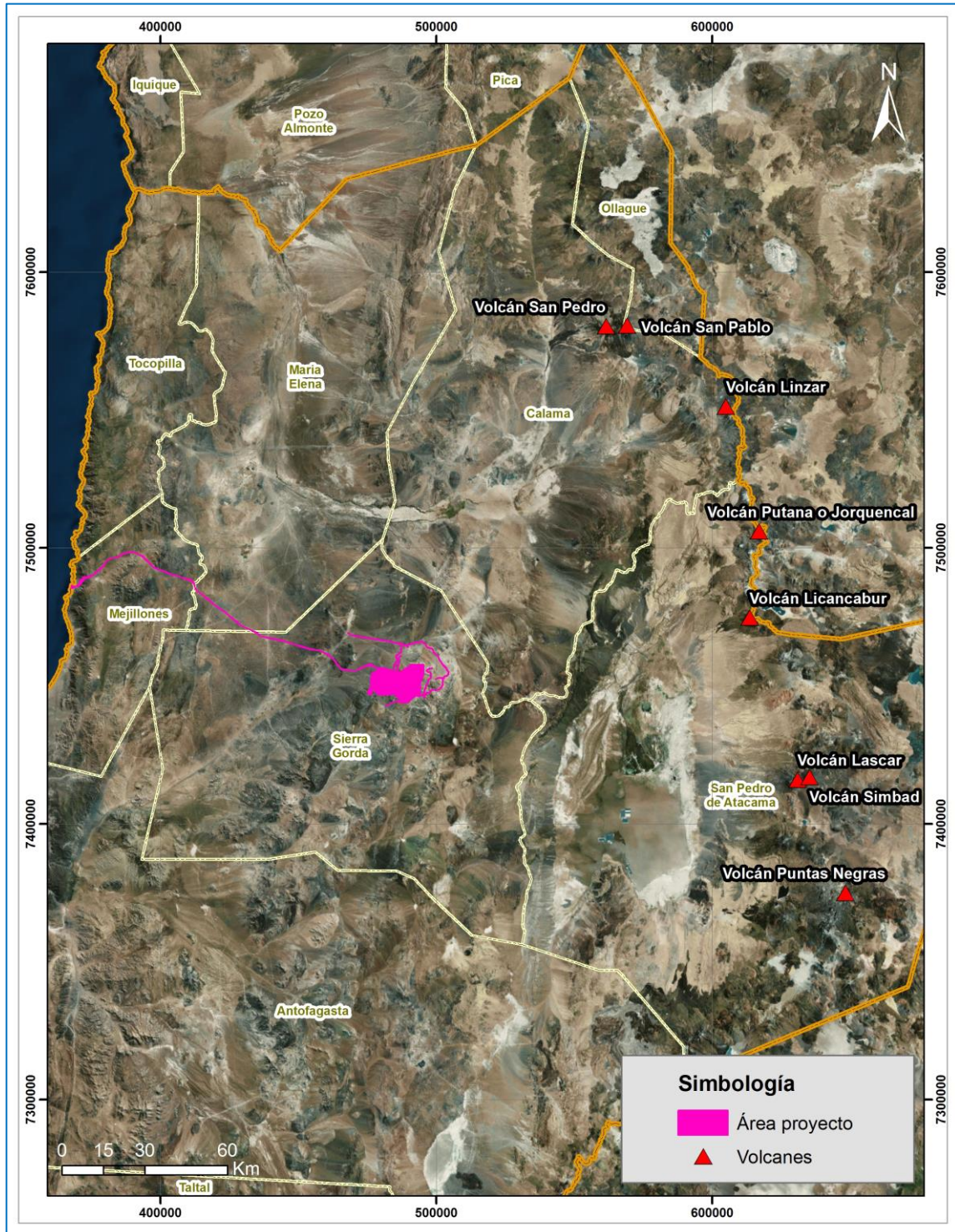
La información entregada en la Tabla 3–31 deja en evidencia que la zona de estudio no presenta una alta frecuencia sísmica. Sin embargo, por las características de la región, hay que tener en consideración la posible ocurrencia de sismos de mayor magnitud.

Por último, cabe hacer presente que la mayoría de los sismos registrados en Chile, y cuyas consecuencias han sido catastróficas, concentran sus puntos focales en el borde costero, siendo poco frecuentes los sismos en el área intermedia o cordillerana.

b) Riesgo Volcánico

El riesgo volcánico es poco significativo en su expresión histórica y no se considera relevante para la totalidad de los sectores del Proyecto. Todos ellos distantes, por sobre 100 km del alcance directo de cualquier proceso o producto asociado a los volcanes activos próximos, tales como el Lascar y el Licancabur (Figura 3-60). Adicionalmente el patrón de vientos, de dirección preferencial NNE favorece una dispersión en dirección opuesta al emplazamiento de las obras e instalaciones del Proyecto. La única evidencia de flujos de nubes ardientes (cenizas) dispuestos en el Sector Mina-Planta datan del Mioceno.

Figura 3-60: Localización de Volcanes en la Región de Antofagasta



Fuente: Elaboración propia.

ii. **Riesgos Exógenos**

Corresponde a los fenómenos de Remoción en Masa (FRM), Flujos Aluvionales y Caída de Rocas.

Sector Mina-Planta

Las quebradas que interceptan este Sector de Norte a Sur corresponden a: Qda. Esperanza, Descubridora; Deseada, Honda y San Juan. Hacia el poniente las quebradas el Dorado, las incipientes del Cordon Cenicientos (C1, C2, y C3) y Qda. Julia. Todas ellas con cauces secos y escurrimientos eventuales asociados a precipitaciones ocasionales que socavan los materiales de sus llanuras y los redepositan aguas abajo. La ocurrencia de estos riesgos se evidencian en los ejes de las quebradas Deseada y Honda. La amplitud de sus cauces y la pendiente suave a muy suave facilita la sedimentación de fracciones medias y finas en sus ejes. Similares condiciones se observan en el sistema de Qda Esperanza, al Norte y fuera del area, flujos de lodos con arrastre de fragmentos rocosos. En general la amplitud de los llanos y sus pendientes permite la depositacion y disipacion de estos fenómenos, constituyendo un riesgo cierto, cuya magnitud depende de la naturaleza y monto de precipitaciones, controlable con obras de contencion e infiltracion.

Sectores Ductos y Muelle

En su inicio en el Sector Mina-Planta, un sistema de quebradas de lechos secos intercepta el trazado, en varios segmentos. De ellas se destaca la Qda. Julia, Los Arrieros y Tames. La topografía plana y suave pendiente define una red de drenaje anastomasado e irregular, aspectos que contribuyen a la ocurrencia de crecidas y flujos de detritos menores, asociados a precipitaciones ocasionales. En general, las pendientes subhorizontales, la disponibilidad reducida de sobrecarga detrítica en sus cabeceras, sumado a la ocurrencia de esporádicas precipitaciones ciclónicas o del invierno boliviano, contribuyen a flujos dispersos y discretos con presencia de fracciones medias y finas de limos arcillosos abundantes. En la generalidad de ellas se evidencian regueros difusos que erodan niveles preexistentes de gravas finas dejando bancos de poca potencia y abundantes finos, arenas y limos arcillosos en sus ejes. Evidencian una depositacion del flujo en terrenos de pendientes muy suaves y extensas. No obstante, dependiendo de la intensidad y/o duracion de las precipitaciones, su ocurrencia ha interferido en la conectividad vial hacia Sierra Gorda (Ruta 25) por socavamientos de la carpeta de rodado. En el sector de la Qda. del Diablo, el cono aluvional de la quebrada evidencia la ocurrencia pasada de fenómenos hidrodinamicos que alcanzan aguas abajo a la planicie costera.

3.3.3.4 Conclusiones

Sector Mina-Planta

En cuanto a la sismicidad, existen registros históricos con distintos grados de magnitud, principalmente en el sector costero, por tanto, lejos del Sector Mina-Planta, si bien el riesgo de sismicidad existe de todas maneras para todo el territorio nacional. Otro de los riesgos presentes corresponde a la remoción en masa, en donde la amplitud de los llanos en el sector y sus pendientes permite la depositación y disipación de este fenómeno. En cuanto al riesgo volcánico se establece que producto de la distancia a la cual se ubican los volcanes en la Cordillera de Los Andes y las condiciones de los vientos, el riesgo volcánico de este Sector es muy bajo.

Sectores Ductos y Muelle

En cuanto a los riesgos analizados en estos sectores destaca la sismicidad, cuya probabilidad de ocurrencia está asociada principalmente al sector costero, donde se registran la mayoría de los sismos de características superficiales de la Región, con magnitudes que varían entre los 4° y 6°, y que por lo demás se asocian a un riesgo latente de ocurrencia de tsunamis. En cuanto al riesgo de remoción en masa, este se asocia principalmente al Sector Ductos en las áreas con alta pendiente (farellón costero, Qda. del Diablo), cuyo efecto, producto de la configuración geográfica del área, dependerá de posibles precipitaciones que se generen o de la intensidad de algún movimiento de tierra.

3.3.4 Caracterización Físico-Química del Suelo

3.3.4.1 Introducción

En el presente acápite se entrega la caracterización del componente Físico-Química del Suelo, para el área de influencia definida en el Capítulo 2, de acuerdo a lo establecido en la Ley N° 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente y el Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental modificado a través del D.S. N° 40/2012.

Se tiene como objetivo principal de este acápite el caracterizar el suelo presente en el área del Proyecto de acuerdo con su aspecto físico y químico, tanto con recopilación bibliográfica del área, como con información recabada en terreno y complementada con aquellos presentados por proyectos adyacentes.

3.3.4.2 Metodología

La metodología para la caracterización físico-química de los suelos, se establece bajo la consideración que las principales propiedades físicas que permiten describir un suelo son el color, la textura, la estructura y las relacionadas con la capacidad de retención de agua en el suelo, y que la química de un suelo se define bajo el concepto que formación del suelo considera desde la alteración mineral, y la destrucción de la materia orgánica, que permiten obtener compuestos orgánicos e inorgánicos que reaccionan e interactúan, dando origen a formación de otros componentes. De esta forma las principales propiedades químicas que definen esta interacción o reacción son pH, su Capacidad de Intercambio Catiónico, presencia de sales y metales.

Esta información se obtiene tanto de la revisión de bibliografía para el área de estudio, complementada con información presentada por otros proyectos aprobados adyacentes al área de estudio, como mediante información recopilada de terreno, de forma directa, en el área de influencia del Proyecto.

3.3.4.3 Resultados

i. Conexto Físico Químico

De acuerdo con Luzio (2010), los suelos del área de estudio corresponden a la clasificación de “Suelos de la Zona Desértica”, en dichos suelos se identifican granulometrías heterogéneas, definidas por las rocas que les dan origen. Por ejemplo, se menciona que de acuerdo con Sillitoe *et al.* (1968), los suelos de Cordillera de la Costa están constituidos por roca sedimentaria e ígneas del Mesozoico, los suelos de Precordillera, compuestos por rocas del

Mesozoico al Eoceno, y el Valle Central por sedimentos del Oligoceno al Plioceno, lo cual evidencia una variabilidad física y química de los suelos.

La humedad de esta zona, definida por Luzio (2010) de acuerdo con los antecedentes presentados por Garreaud *et al.* (2003); Vuille (1999) y Houston and Hartley (2003), corresponde a un régimen árido-térmico y ústico-térmico, correspondientes a climas áridos, donde no existe la lixiviación, pero existe una fuente de sales solubles que se acumula en el suelo y climas con limitada humedad definida por precipitaciones en los meses de verano y temperaturas en el suelo que van de los 15 a los 22°C, de acuerdo con esta descripción se clasifican en Lithic Usthorthent, conforme con la clasificación de suelos de USDA (soil Survey Staff, 2003).

Los suelos de precordillera se definen con pedregosidad superficial abundante, con recubrimiento de arena, gravas con distinto grados de meteorización. Los horizontes A son de color pardo amarillento (7.5 YR a 10 YR) y en algunos casos pardos oscuros y pardo rojizos (7.5 YR y 5YR), lo que indicaría una meteorización débil a moderada de los minerales ferromagnésicos.

ii. Descripción Proyectos Adyacentes

De acuerdo con la revisión de proyectos adyacentes se identifican los datos levantados en el contexto del Proyecto Esperanza (RCA N° 212/2008) y El Tesoro (RCA N° 31/1997), que presentan información referente a características físico-químicas extrapolables al área del presente Proyecto, bajo la consideración de que las mismas unidades homogéneas de suelo se presentan en todos los casos.

a) Proyecto Esperanza

De la caracterización a través de sondajes del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Esperanza, presentado en la Adenda 1 de dicho proyecto, se extrae la caracterización del subsuelo y suelo realizada mediante 5 sondajes. La Tabla 3–32 muestra la ubicación y características de los sondajes realizados.

Tabla 3–32: Sondajes en Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Esperanza, para caracterización de suelo y subsuelo

Sondaje	Coordenadas UTM PSAD56		Profundidad (m)
	Norte	Este	
PF-1	7.486.330	368.138	13
EA-1	7.486.482	368.153	17
EC-1	7.486.400	368.321	13
SB-1	7.486.661	368.215	15
SB-2	7.489.010	372.439	18

Fuente: EIA Proyecto Esperanza.

De esta información se extrae que los estratos identificados son:

1. H-1: Roca diorítica fracturada y meteorizada. Fragmentos angulosos de pórfido diorítico y andesítico. Tamaño de fragmentos del orden de 2 cm. Espesor del orden de 1,5 m.
2. H-2: Roca diorítica fracturada. Fracturas abiertas rellenas con calcita, yeso o no rellenas y cerradas, espesor del orden de 9 m.

En este mismo Estudio (Adenda 1), se menciona que: “Los suelos (...) presentan escaso desarrollo sin presencia de horizonte orgánico y con alto contenido de sales. Son suelos minerales con una fracción de minerales primarios (cuarzo, feldespatos, etc.) y una de minerales secundarios (arcillas silicatadas). Otra constante es la alta presencia de gravas de diferentes tamaños en el horizonte superficial. Además, es frecuente la presencia de sulfatos y carbonatos de calcio que en algunos sectores se presentan como yeso y en otros formando durezas”.

La concentración de metales pesados en los suelos del sector Michilla del Proyecto Esperanza se definen de acuerdo a 6 puntos de muestreo (30 cm de profundidad) que se listan a continuación.

Tabla 3–33: Coordenadas de muestras de metales en suelo, EIA Proyecto Esperanza

Punto	Identificación	Coordenadas UTM PSAD 56	
		Norte	Este
TM-1	En el proyecto	7.486.171	357.950
TM-2	En el proyecto	7.485.927	367.961
TM-3	Caleta Michilla (Escuela)	7.487.801	368.920
TM-4	Caleta Michilla (Capilla)	7.487.777	369.010
TM-5	Costado de Ruta 1	7.487.091	368.793
TM-6	Caleta Guala-Guala	7.482.286	366.247

Fuente: EIA Proyecto Esperanza.

La Tabla 3–34 muestra la concentración de metales en cada una de las muestras consideradas.

Tabla 3–34: Cantidad de metales en suelos estudiados para EIA Proyecto Esperanza y estándar holandés de remediación

Muestra	Prof	Cd (mg/Kg)	Cu (mg/Kg)	Mo (mg/Kg)	Ni (mg/Kg)	V (mg/Kg)
TM-1	Superficial	0,5	66,5	2,5	12	<5,0
TM1-1	A 30 cm.	0,5	102	3	11	<5,0
TM-2	Superficial	0,5	25	5	9	<5,0
TM2-2	A 30 cm.	0,5	24	4	8	<5,0
	Prom	0,5	54,4	3,6	10	<5,0
TM-3	Superficial	<0,100	460	3	12	<5,0
TM3-3	A 30 cm.	<0,100	316	4	14	<5,0
	Prom	<0,100	388,0	3,5	13,0	<5,0

Muestra	Prof	Cd (mg/Kg)	Cu (mg/Kg)	Mo (mg/Kg)	Ni (mg/Kg)	V (mg/Kg)
TM4	Superficial	0,5	690	3,5	16	<5,0
TM4-4	A 30 cm.	<0,100	215	3	13	<5,0
	Prom	0,275	452,5	3,3	14,5	<5,0
TM-5	Superficial	<0,100	450	2	15	<5,0
TM5-5	A 30 cm.	<0,100	140	1,5	10	<5,0
	Prom	<0,100	295,0	1,8	12,5	<5,0
TM-6	Superficial	0,6	22	5	7	<5,0
TM6-6	A 30 cm.	0,5	23	6,5	6	<5,0
	Prom	0,55	22,5	5,8	6,5	<5,0
	Máximo	0,60	690,00	6,50	16,00	<5,0
	Mínimo	<0,100	22,00	1,50	6,00	<5,0
	Promedio²¹	0,32	211,13	3,58	11,08	<5,0

Fuente: EIA Proyecto Esperanza.

b) Proyecto El Tesoro

Para el caso del Proyecto El Tesoro, se caracterizan los suelos como desérticos que no presentan desarrollos de horizontes definidos debido a las condiciones climáticas y de origen de estos suelos. De esta forma, definen los suelos como Rojos de Desierto Litosólicos y Regosólicos ubicados en áreas secas que no permiten el desarrollo de un horizonte B y ni de un horizonte A. Son suelos de textura superficial franco arcillo arenosa con abundantes sales que en muchos casos provocan una cementación de esta estrata. La estrata superior (5 – 10cm.) presenta un color rosado (7.5 YR 7/4) a pardo claro (7.5 YR 6/4) en húmedo. Esta estrata suele presentar en su limite inferior una brecha o conglomerado de piedras y gravas angulares de hasta 5 cm. de diámetro.

En profundidad, es decir desde los 10 cm. hasta 1,5 mts. el suelo presenta una estrata calcárea que en algunos casos se presenta cementada; el color es pardo claro (7.5 YR 6/4), en húmedo; presenta sectores con abundante pedregosidad. Estas estratas presentan en algunos sectores sales de diferentes características probablemente corresponden a sulfato de calcio (Yeso), cloruro de sodio o algunos nitratos.

Suelo que presenta entre 5 a 9% de pendiente, moderadamente ondulado y con pedregosidad superficial y en el perfil de ligera a moderada. Suelo muy delgado, sin presencia de materia orgánica.

²¹ Para calcular el promedio, en aquellos casos que la concentración fue <X se consideró un valor de X/2.

iii. Descripción de Terreno

Finalmente, y de acuerdo con las descripciones anteriores, el terreno realizado para el presente Proyecto, define suelos de texturas gruesas, abundante presencia de piedras y gravas y sin estructura, sin horizonte orgánico. Su color es rosado claro en seco y rojizo en mojado y café claro. En algunos sectores se aprecia la existencia de concreciones de sulfatos de calcio y carbonatos de calcio. A modo de resumen, en la Tabla 3–35, se indica la posición y pendiente de los puntos de observación tomados en terreno.

Tabla 3–35: Resumen de posición y pendiente de los puntos de observación tomados en terreno

Punto	Coordenadas UTM WGS 84		Pendiente	Observación	Sector
	Este	Norte			
1	493.970	7.455.491	1-3%	Abanico aluvial	Mina-Planta
2	492.755	7.456.504	30%	Ladera de cerro	Mina-Planta
3	491.837	7.455.047	8 -10%	Abanico aluvial	Mina-Planta
4	493.658	7.453.942	1-3%	Abanico aluvial	Mina-Planta
5	490.034	7.453.340	1-3%	Abanico aluvial	Mina-Planta
6	487.693	7.452.175	15-20%	Abanico aluvial	Mina-Planta
7	488.355	7.454.487	3-5%	Abanico aluvial	Mina-Planta
8	490.317	7.455.080	1-3%	Abanico aluvial	Mina-Planta
9	492.033	7.446.832	15%	Abanico aluvial	Mina-Planta
10	490.087	7.444.838	30-40%	Ladera de cerro	Mina-Planta
11	489.909	7.447.073	20-30%	Abanico aluvial	Mina-Planta
12	486.082	7.447.501	30-50%	Abanico aluvial	Mina-Planta
13	484.266	7.449.358	30-50%	Ladera de cerro	Mina-Planta
14	482.245	7.447.704	Compuesta 30-50%	Abanico aluvial	Mina-Planta
15	483.751	7.451.762	Compuesta 20-30%	Abanico aluvial	Mina-Planta
16	476.246	7.453.714	Compuesta 20-30%	Abanico aluvial	Mina-Planta
17	473.889	7.457.271	0-3%	Abanico aluvial	Ductos
18	472.970	7.456.539	5-8%	Abanico aluvial	Ductos
19	463.321	7.459.149	30-50%	Ladera de cerro	Ductos
20	453.688	7.463.493	Compuesta 20-30%	Ladera de cerro	Ductos
21	450.585	7.464.566	8-15%	Abanico aluvial	Ductos
22	441.717	7.466.918	0-3 %	Abanico aluvial	Ductos
23	438.344	7.467.527	0%	Abanico aluvial	Ductos

Punto	Coordenadas UTM WGS 84		Pendiente	Observación	Sector
	Este	Norte			
24	428.488	7.472.636	3-5%	Abanico aluvial	Ductos
25	419.767	7.479.425	5-7%	Abanico aluvial	Ductos
26	410.675	7.488.171	5-8%	Abanico aluvial	Ductos
27	390.593	7.498.463	20-30%	Abanico aluvial	Ductos
28	374.408	7.490.216	20-30%	Talud cerro	Ductos
29	373.946	7.489.539	30-50%	Talud cerro	Ductos
30	370.550	7.486.626	30-50%	Talud cerro	Ductos
31	369.095	7.486.250	1-3%	Terraza Litoral	Muelle

Fuente. Registro en terreno.

A continuación, se muestra el detalle de la caracterización físico-química obtenida de forma directa de las calicatas identificadas en el área de estudio (Tabla 3–36 a la Tabla 3–65).

Tabla 3–36: Caracterización Perfil 1

Localización	7.455.491 N, 493.970 E, Sector Mina-Planta
Drenaje	Bien drenado
Pedregosidad superficial	70% (Pavimento de desierto)
Profundidad(cm)	Descripción
0-65 Caz	Variegado con dominancia de pardo pálido (10YR 6/3) en seco, pardo rojizo (5YR 5/4) en húmedo; arenosa, con 80% de gravas gruesas de 2 a 10 cm; consistencia dura en seco (en superficie se presenta una costra de sales); estructura maciza. Fragipán, compacto por sales.

Tabla 3–37: Caracterización Perfil 2

Localización	7.456.504 N, 492.755 E, Sector Mina-Planta
Drenaje	Bien drenado
Pedregosidad superficial	75% de cobertura de fragmentos de roca y gravas (pavimento de desierto)
Profundidad (cm)	Descripción
0-10 cm. Caz	Costra superficial de sales de 1cm, y a lo largo del perfil una matriz arenosa cementada por sales. Color gris rosáceo (7.5YR 6/2) en seco, pardo (7.5YR 5/4) en húmedo; consistencia no plástico, no adhesivo; ligeramente duro; estructura maciza. Límite ondulado, abrupto.
10–100 Cxz	Color variegado, con concentraciones abundantes de sales blancas (5YR 8/1). Fragipán formado por sales.

Tabla 3–38: Caracterización Perfil 3

Localización	7.455.047 N, 491.837 E, Sector Mina-Planta
Drenaje	Bien drenado
Pedregosidad superficial	75% (pavimento de desierto)
Profundidad (cm)	Descripción
0–5 CAxz	Matriz arenosa con abundantes gravas angulares de hasta 3cm de diámetro.cementada por sales, color rosado (7.5YR 7/3) en seco, pardo (7.5YR 4/4) en húmedo; no plástico, no adhesivo; duro; maciza; Fragipán por acumulación de sales. Límite lineal, claro.
5–30 2Cxz	Estrato, Fragipán, fuertemente compactado por sales.

Tabla 3–39: Caracterización Perfil 4

Localización	7.453.942 N, 493.658 E, Sector Mina-Planta
Drenaje	Bien drenado
Pedregosidad superficial	90% (pavimento de desierto cementado por sales)
Profundidad (cm)	Descripción
0-10 CA	Textura areno gravosa (85% gravas gruesas y fragmentos de roca angular de hasta 3 cm; grano simple.), cementado por sales.Color variegado con predominio del color rosado (7.5YR 7/3) en seco, amarillo rojizo (7.5YR 6/6) en húmedo. Límite lineal, claro.
10–55 C2	Variegado con predominio del color rosado (7.5YR 7/3) en seco, amarillo rojizo (7.5YR 6/6) en húmedo; Matriz de arena con 95% de gravas gruesas.

Tabla 3–40: Caracterización Perfil 5

Localización	7.453.340 N, 490.034 E, Sector Mina-Planta
Drenaje	Bien drenado
Pedregosidad superficial	85%(pavimento de desierto, cementado por sales)
Profundidad (cm)	Descripción
0–28 CAxz	Textura areno gravosa, color pardo (7.5YR 7/2) en seco, pardo (7.5YR 5/4) en húmedo; ligeramente plástico, no adhesivo;; gravas angulares de hasta 2 cm de diámetro abundantes (hasta un 65% de cobertura en el perfil). Fragipán, compactado por sales.

Tabla 3–41: Caracterización Perfil 6

Localización	7.452.175 N, 487.693 E, Sector Mina-Planta
Drenaje	Bien drenado
Pedregosidad superficial	70%
Profundidad (cm)	Descripción
0–10 CAzx	Rosado (7.5YR 7/3) en seco, pardo rojizo amarillento (7.5YR 6/4) en húmedo; arenosa, no plástico, no adhesivo, maciza. Gravas angulares de hasta 1 cm de diámetro abundantes. Concentraciones de sales dendríticas abundantes. Límite lineal, abrupto.
10–126 Czx	Pardo rojizo claro (7.5YR 6/3) en seco, pardo (7.5YR 5/4) en húmedo; areno francosa con presencia de un 80% de gravas. Fragipán, cementado por sales.

Tabla 3–42: Caracterización Perfil 7

Localización	7.454.487 N, 488.355 E, Sector Mina-Planta
Drenaje	Bien drenado
Pedregosidad superficial	70% (pavimento de desierto cementado por sales)
Profundidad (cm)	Descripción
0–28 CA	Textura areno francosa con abundantes gravas (angulares de hasta 2 cm de diámetro), color pardo (7.5YR 7/2) en seco, pardo (7.5YR 5/4) en húmedo; Sin estructura, ligeramente plástico, no adhesivo;. Ligeramente compactado.

Tabla 3–43: Caracterización Perfil 8

Localización	7.455.080 N, 490.317 E, Sector Mina-Planta
Drenaje	Bien drenado
Pedregosidad superficial	65% (pavimento de desierto cementado por sales)
Profundidad (cm)	Descripción
0–45 CAxz	Rosado (7.5YR 7/3) en seco, pardo (7.5YR 4/4) en húmedo; arenosa, no plástico, no adhesivo; duro; maciza; gravas angulares de hasta 3 cm de diámetro abundantes. Fragipán por acumulación de sales.

Tabla 3–44: Caracterización Perfil 9

Localización	7.446.832 N, 492.033 E, Sector Mina-Planta
Drenaje	Bien drenado
Pedregosidad superficial	50% (pavimento de desierto cementado por sales)
Profundidad(cm)	Descripción
0-10 CAxz	Blanco (7.5YR 8/1) en seco y húmedo; arcillo gravosa, no plástico, no adhesivo; cementado por sales, fragipán. Límite ondulado, abrupto.
10-35 Cxz	Pardo pálido (7.5YR 6/3) en seco, pardo (7.5YR 5/4) en húmedo, areno gravosa; maciza, cementado por sales. (fragipán). Límite lineal, abrupto
35–55 C2xz	Estrato cementado por sales, Fragipán.

Tabla 3–45: Caracterización Perfil 10

Localización	7.455.080 N, 490.317 E, Sector Mina-Planta
Drenaje	Bien drenado
Pedregosidad superficial	50%(pavimento de desierto cementado por sales)
Profundidad(cm)	Descripción
0-12 CAz	Rosado (5YR 7/3) en seco, pardo rojizo (5YR 5/4) en húmedo; areno gravosa, no plástico, no adhesivo, sin estructura. Concentraciones de sales comunes. Límite lineal, abrupto sobre roca fracturada.
12-80 R	Roca fracturada.

Tabla 3–46: Caracterización Perfil 11

Localización	7.447.073 N, 489.909 E, Sector Mina-Planta
Drenaje	Bien drenado
Pedregosidad superficial	50%, con diámetro mayor a 15cm (pavimento de desierto cementado por sales)
Profundidad (cm)	Descripción
0–20 ACxz	Pardo muy pálido (10YR 7/3) en seco, pardo amarillento claro (7.5YR 6/4) en húmedo; roca meteorizada cementado por sales. Límite lineal abrupto.
20–50 C _{xz}	Pardo muy pálido (10YR 7/3) en seco, pardo amarillento claro (7.5YR 6/4) en húmedo; roca meteorizada con concentraciones de sales abundantes; fuertemente cementado por sales, fragipán.

Tabla 3–47: Caracterización Perfil 12

Localización	7.447.501 N, 486.082 E, Sector Mina-Planta
Drenaje	Bien drenado
Pedregosidad superficial	60% (pavimento de desierto cementado por sales)
Profundidad(cm)	Descripción
0-50 CA _{xz}	Color variegado. Matriz de arena con concentraciones de sales dendríticas comunes, con 90% de gravas finas, medias y fragmento de rocas angulares de hasta 10 cm.
50- 120 2C _{xz}	Estrato conformado por concentraciones de sales abundantes compactadas (fragipán).

Tabla 3–48: Caracterización Perfil 13

Localización	7.449.358 N, 484.266 E, Sector Mina-Planta
Drenaje	Bien drenado
Pedregosidad superficial	5%
Profundidad (cm)	Descripción
0–30 CA _z	Gris claro (7.5YR 7/1) en seco, pardo claro (7.5YR 6/4) en húmedo; arena franca; ligeramente plástico, no adhesivo; Presenta 80% de gravas meteorizadas hasta 5 cm que se parten en gravas finas y medias. Límite ondulado, abrupto con línea de acumulación de sales.
30–80 Cx _z	Roca meteorizada que se parte con lentes de sal Fragipán salino. Límite ondulado, claro.
80–105 Cr _z	Matriz arenosa con 90% de roca meteorizada y concentraciones de sales abundantes.

Tabla 3–49: Caracterización Perfil 14

Localización	7.447.704 N, 482.245 E, Sector Mina-Planta
Drenaje	Bien drenado
Pedregosidad superficial	65% (pavimento de desierto cementado por sales)
Profundidad (cm)	Descripción
0-30 CA _{xz}	Color variegado; areno gravosa; gravas media y finas abundantes; no plástico, no adhesivo; grano simple. Límite lineal, abrupto. Sin estructura
30–60 Cx _z	Color variegado; areno gravosa; gravas media y gruesas abundantes; maciza. Fragipán salino. Límite lineal, abrupto.
60–140 C2 _{xz}	Color variegado; areno gravosa; gravas gruesas abundantes y fragmentos de rocas de hasta 10 cm; maciza. Concentraciones de sal entre los fragmentos gruesos. Fragipán salino.

Tabla 3–50: Caracterización Perfil 15

Localización	7.451.762 N, 483.751 E, Sector Mina-Planta
Drenaje	Bien drenado
Pedregosidad superficial	85% (pavimento de desierto cementado por sales)
Profundidad (cm)	Descripción
0–30 CA _z	Rosado (7.5YR 7/3) en seco, pardo (7.5YR 5/4) en húmedo; matriz arenosa; sin estructura con 80% de roca meteorizada y concentraciones de sales irregulares en grietas de los fragmentos de rocas. Fragipan, cementado por sales. Límite ondulado, abrupto.
30–80 C _{xz}	Estrato de rocas angulares de hasta 20 cm de diámetro, cementado con sales (fragipán).

Tabla 3–51: Caracterización Perfil 16

Localización	7.453.714 N, 476.246 E, Sector Mina-Planta
Drenaje	Bien drenado
Pedregosidad superficial	70% (pavimento de desierto cementado por sales)
Profundidad (cm)	Descripción
0-20 CA _{xz}	Pardo claro (7.5YR 6/4) en seco, pardo (7.5YR 4/3) en húmedo; areno gravosa con 85% de gravas finas y fragmentos de roca de hasta 7 cm; no plástico y no adhesivo, duro; maciza. Concentraciones de sales de forma dendrítica entre los fragmentos de roca. Límite lineal, abrupto.
20–60 C _{xz}	Pardo claro (7.5YR 6/4) en seco, pardo (7.5YR 4/3) en húmedo; areno gravosa con 85% de gravas finas y fragmentos de roca angulares de hasta 10 cm; no plástico y no adhesivo, muy duro; maciza. Fragipán cementado por sales. Límite lineal, abrupto.
60–140 C _{2xz}	Pardo claro (7.5YR 6/3) en seco, pardo (7.5YR 5/4) en húmedo; areno gravosa con 80% de gravas finas y fragmentos de roca angulares de hasta 3 cm; no plástico y no adhesivo, muy duro; maciza. Concentraciones de sales de forma dendrítica abundantes entre los fragmentos de roca. Fragipán, cementado por sales.

Tabla 3–52: Caracterización Perfil 17

Localización	7.451.762 N, 483.751 E, Sector Ductos
Drenaje	Bien drenado
Pedregosidad superficial	85% (pavimento de desierto cementado por sales)
Profundidad (cm)	Descripción
0–30 CA _z	Rosado (7.5YR 7/3) en seco, pardo (7.5YR 5/4) en húmedo; matriz arenosa; con 80% de roca meteorizada y concentraciones de sales irregulares en grietas de los fragmentos de rocas. Fragipan, cementado por sales. Límite ondulado, abrupto.
30–80 C _{xz}	Estrato de rocas angulares de hasta 20 cm de diámetro, cementado con sales (fragipán).

Tabla 3–53: Caracterización Perfil 18

Localización	7.456.539 N, 472.970 E, Sector Ductos
Drenaje	Bien drenado
Pedregosidad superficial	70% (pavimento de desierto cementado por sales)
Profundidad (cm)	Descripción
0-23 CAz	Color variegado con predominio de Pardo claro (10YR 6/3) en seco y pardo amarillento (10YR 5/4) en húmedo; arenosa con 65% de gravas angulares de hasta 5 cm; no plástico, no adhesivo; grano simple. Sin estructura. Límite ondulado, abrupto.
23–36 Cxz	Pardo claro (7.5YR 6/3) en seco y pardo (7.5YR 5/4) en húmedo; matriz arenosa con gravas y piedras (50%) medias escasas; maciza; duro. Fragipán.
36-54 C2z	Pardo claro (7.5YR 6/3) en seco y pardo (7.5YR 5/4) en húmedo; matriz arenosa con gravas gruesas comunes; grano simple. Concentraciones de sales comunes.

Tabla 3–54: Caracterización Perfil 19

Localización	7.459.149 N, 463.321 E, Sector Ductos
Drenaje	Bien drenado
Pedregosidad superficial	65% (pavimento de desierto cementado por sales)
Profundidad (cm)	Descripción
0–20 CAz	Rosado (7.5YR 7/3) en seco y en húmedo; areno gravosa sin estructura, no plástico, no adhesivo. Sales abundantes. Límite lineal, abrupto. Con rocas superficiales-
20–55 2CXZ	Estrato conformado por concentraciones de sales abundantes, de color blanco rosáceo (2.5YR 8/1) en seco y blanco rosáceo (7.5YR 8/2) en húmedo. Cementado, Fragipán. Con presencia de rocas

Tabla 3–55: Caracterización Perfil 20

Localización	7.463.493 N, 453.688 E, Sector Ductos
Drenaje	Bien drenado
Pedregosidad superficial	90% (pavimento de desierto cementado por sales)
Profundidad (cm)	Descripción
0-13 CA	Amarillo parduzco (10YR 6/6) en seco, pardo amarillo oscuro (10YR 4/4) en húmedo; matriz arenosa sin estructura, con 70% de fragmentos de roca angular de hasta 6 cm; no plástico, adhesivo; grano simple. Límite lineal, abrupto.
13-39 Cz	Matriz de arena de color Amarillo parduzco (10YR 6/6) en seco, pardo amarillo oscuro (10YR 4/4) en húmedo; areno gravosa; grano simple; ligeramente duro; maciza. Concentraciones de sales comunes. Límite lineal, abrupto sobre fragipán salino.
39–65 Cxz	Concentraciones de sales abundantes. Fragipán, duro.

Tabla 3–56: Caracterización Perfil 21

Localización	7.464.566 N, 450.585 E, Sector Ductos
Drenaje	Bien drenado
Pedregosidad superficial	60% (pavimento de desierto cementado por sales)
Profundidad (cm)	Descripción
0–5 CAxz	Pardo claro (7.5YR 6/3) en seco, pardo (7.5YR 5/4) en húmedo; areno gravosa; ligeramente duro; maciza; pedregosidad común; concentraciones de sales comunes. Límite lineal, abrupto sobre fragipán salino.
5–45 Cxz	Fragipán, muy duro.

Tabla 3–57: Caracterización Perfil 22

Localización	7.466.918 N, 441.717 E, Sector Ductos
Drenaje	Bien drenado
Pedregosidad superficial	40% (pavimento de desierto cementado por sales)
Profundidad (cm)	Descripción
0–65 CAxz	Blanco rosáceo (7.5YR 8/2) en seco, pardo (7.5YR 5/4) en húmedo; arenosa; maciza; no plástico, no adhesivo. Gravas angulares de hasta 5 cm de diámetro abundantes. Estrato cementado por sales (fragipán). Concentraciones de sales abundantes.

Tabla 3–58: Caracterización Perfil 23

Localización	7.467.527 N, 438.344 E, Sector Ductos
Drenaje	Bien drenado
Pedregosidad superficial	15%
Profundidad (cm)	Descripción
0–45 CAxz	Blanco rosáceo (7.5YR 8/2) en seco, pardo (7.5YR 4/3) en húmedo; arcillo limosa con gravas gruesas abundantes; plástico, muy adhesivo, macizo. Gravas angulares de hasta 3 cm de diámetro comunes. Duro, cementado por sales, fragipán.

Tabla 3–59: Caracterización Perfil 24

Localización	7.472.636 N, 428.488 E, Sector Ductos
Drenaje	Bien drenado
Pedregosidad superficial	70% (pavimento de desierto ligeramente cementado por sales)
Profundidad (cm)	Descripción
0-15 CAxz	Blanco (2.5YR 8/1) en seco, pardo rojizo claro (2.5YR 6/3) en húmedo; arenosa; laminar; duro; con gravas de hasta 5 comunes. Límite lineal, abrupto.
15-189 Cxz	Blanco (2.5YR 8/1) en seco, pardo rojizo claro (2.5YR 6/3) en húmedo; estrato extremadamente duro. Cementado por sales, fragipán.

Tabla 3–60: Caracterización Perfil 25

Localización	7.479.425 N, 419.767 E, Sector Ductos
Drenaje	Bien drenado
Pedregosidad superficial	35% con fragmentos (pavimento de desierto cementado por sales)
Profundidad (cm)	Descripción
0–10 AC	Rosado (5YR 7/3) en seco, pardo rojizo (5YR 4/4) en húmedo; arenosa con gravas gruesas abundantes; laminar fina débil; no plástico, no adhesivo, suelto. Límite lineal, claro. Estructura laminar.
10-26 Cxz1	Rosado (7.5YR 7/3) en seco, pardo (7.5YR 4/4) en húmedo; arenosa con presencia de gravas angulares de hasta 5 cm comunes; ligeramente duro, cementado por sales, fragipán. Límite lineal, abrupto.
26–47 Cxz2	Rosado (7.5YR 8/3) en seco, pardo (7.5YR 4/4) en húmedo; arena; maciza; cementada por sales, fragipán.

Tabla 3–61: Caracterización Perfil 26

Localización	7.488.171 N, 410.675 E, Sector Ductos
Drenaje	Bien drenado
Pedregosidad superficial	55% (pavimento de desierto cementado por sales)
Profundidad (cm)	Descripción
0-13 CAxz	Blanco rosáceo (7.5YR 7/2) en seco, pardo (7.5YR 5/4) en húmedo; areno gravosa, no plástico, no adhesivo; presenta pedregosidad angular abundante de 5 cm de diámetro. Límite ondulado, claro. Sin estructura
13-49 Cxz	Variegado con predominio del rosado (7.5YR 7/3) en seco y del pardo (7.5YR 5/3) en húmedo; areno gravoso, gravas finas, medias y gruesas abundantes. Cementado por sales, fragipán.

Tabla 3–62: Caracterización Perfil 27

Localización	7.498.463 N, 390.593 E, Sector Ductos
Drenaje	Bien drenado
Pedregosidad superficial	60% (pavimento de desierto cementado por sales)
Profundidad (cm)	Descripción
0-15 ACxz	Pardo claro (7.5YR 6/3) en seco, pardo (7.5YR 4/4) en húmedo; areno gravosa, no plástico, no adhesivo, firme; cementado por sales, fragipán. Límite lineal, abrupto. Sin estructura
15-65 Cxz	Pardo claro (7.5YR 6/3) en seco, pardo rojizo (7.5YR 4/4) en húmedo, fuertemente cementado por sales. Presencia de fragipán. Límite lineal, claro.
65-88 C2xz	Pardo (7.5YR 5/4) en seco, pardo fuerte (7.5YR 4/6) en húmedo; 30% de gravas gruesas; fuertemente cementado por sales. Presencia de fragipán.

Tabla 3–63: Caracterización Perfil 28

Localización	7.490.216 N, 374.408 E, Sector Ductos
Drenaje	Buen Drenaje
Pedregosidad superficial	5-10% (cementado por sales)
Profundidad (cm)	Descripción
0 -21 AC	Pardo pálido (10YR 6/3) en seco, pardo (7,5YR 5/4) en húmedo; arenosa con gravas medias abundantes; no plástico, no adhesivo; firme; cementado por sales, fragipán. Límite lineal, abrupto. Sin estructura
21-45 Cxz1	Pardo pálido (10YR 6/3) en seco, pardo (7,5YR 5/4) en húmedo; arenosa con gravas medias y gruesas abundantes; no plástico, no adhesivo, duro; fuertemente cementado por sales, fragipán. Límite lineal, abrupto
45-72 Cxz2	Pardo pálido (10YR 6/3) en seco, pardo (7,5YR 5/4) en húmedo; arena gruesa, con gravas gruesas abundantes; no plástico, no adhesivo, extremadamente duro; fuertemente cementado por sales, fragipán. Gravas de 3 a 5 cm en un 20%.

Tabla 3–64: Caracterización Perfil 29

Localización	7.489.539 N, 373.946 E, Sector Ductos
Drenaje	Bien drenado
Pedregosidad superficial	40%
Profundidad (cm)	Descripción
0-120 AC	Pardo amarillento claro (10YR 6/4) en seco, pardo (10YR 4/3) en húmedo; matriz arenosa fina con gravas angulares abundantes; grano simple; no plástico, no adhesivo. Fragmentos de roca de hasta 7 cm abundantes. Sin estructura.

Tabla 3–65: Caracterización Perfil 30

Localización	7.486.250 N, 369.095 E, Sector Muelle
Drenaje	Bien drenado
Pedregosidad superficial	5% de piedras, pero con abundantes afloramientos rocosos.
Profundidad (cm)	Descripción
0-20 A	Estrato conformado por acumulación de conchas marinas en trozos y enteras no cementadas. Límite ondulado, abrupto.
20-80 Cr	Estrato de color variegado, con dominio de pardo amarillento claro (10YR6/4), conformada por rocas meteorizadas y oxidadas.

3.3.4.4 Conclusiones

En términos generales, y de acuerdo con los estudios tanto de terreno como aquellos encontrados en bibliografía y de proyectos adyacentes, se puede precisar que los suelos presentes en el área de estudio corresponden a suelos con déficit de humedad permanente o casi permanente, de clases texturales gruesas, elevada pedregosidad y escasa capacidad de retención de agua, condición por la cual se presentan acumulación de sales y/o de sodio que generan cementaciones difíciles de penetrar en condiciones secas y que definen al sector con un pavimento de desierto cementado por dichas sales. Adicionalmente, puede hablarse de suelos con desarrollo muy limitado, muy delgados donde la roca se evidencia a baja profundidad, con escasa a nula acumulación de materia orgánica. Con concentración mineral de metales pesados (Cd; Cu; Mo; Ni, V), en la primera estrada de 30 cm del suelo, dentro de los límites establecidos, siendo Cu el metal de mayor concentración en todas las muestras.

3.3.5 Nivel de Vibraciones

3.3.5.1 Introducción

En el presente acápite se entrega la caracterización del componente Vibraciones, para el área de influencia definida en el Capítulo 2, de acuerdo a lo establecido en la Ley N° 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente y el Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental modificado a través del D.S. N° 40/2012.

Como se indica en el Capítulo 2, el área de influencia de Vibraciones se establece en función de la existencia de receptores sensibles que pudiesen verse afectados por un aumento en los niveles de vibración a causa de la construcción, operación y cierre del Proyecto.

Debido a que las fases de construcción y operación de este Proyecto pueden involucrar vibraciones para los receptores sensibles cercanos al área de Proyecto, se realizaron mediciones de Nivel de Velocidad (Lv) y Velocidad Vertical de Partícula (VVP) en cinco (5) puntos catalogados como receptores sensibles, los cuales fueron registrados en una campaña realizada en diciembre 2014.

Con las mediciones realizadas se obtiene un registro basal que permite determinar los niveles de vibración establecidos en los sectores evaluados, en las cercanías del emplazamiento donde se efectuarán las partes, acciones y obras, contemplados para cada una de las fases del Proyecto.

3.3.5.2 Metodología

Entre los días 17 y 18 de diciembre de 2014, se realizaron mediciones de vibraciones en horario diurno y nocturno. Esto se realizó en los puntos establecidos como receptores sensibles cercanos al futuro Proyecto.

Para definir el área de influencia se consideró la superficie en donde se puede ver afectada la población por motivo de las futuras emisiones del Proyecto, luego se seleccionaron los puntos más cercanos y se determinaron una cantidad suficiente de ellos para abarcar la totalidad del sector evaluado. De esta forma se determinaron cinco (5) puntos de medición, los cuales corresponden a los sectores más cercanos a los puntos de inmisión de vibraciones.

Para la realización de los registros de vibración se tomó como referencia lo estipulado en la normativa FTA-VA—90-1003-06 Transit Noise and Vibration Assessment de la Federal Transit Administration (FTA) de Estados Unidos (descrita en el Anexo 3-1), la cual estipula en su Capítulo 11, punto 1, la caracterización de condiciones existentes de vibración.

De esta forma, para documentar los niveles ambientales existentes en los puntos antes señalados, se realizó una medición por un periodo continuo de entre 10 a 30 minutos, obteniéndose un promedio representativo de las características vibratorias de cada Sector.

Los registros obtenidos corresponden a Nivel de Aceleración (Na) en dB, obtenidos en tercio de octava, entre 1 Hz y 100 Hz, los cuales se transforman a valores de Velocidad Vertical de Partícula (VVP) en mm/s.

Para obtener la velocidad de partícula por banda de frecuencia se utiliza la fórmula:

$$v = \frac{a}{2 \pi f}$$

El nivel de velocidad (Lv [micropulgada/s]) se define como:

$$Lv_{\text{ref}} \frac{\mu \text{pulgada}}{\text{s}} = 20 \log \left(\frac{v}{v_{\text{ref}}} \right) \text{ [dBv]}$$

Donde:

v : Velocidad en $\left[\frac{\mu \text{pulgada}}{\text{s}} \right]$

v_{ref} : Velocidad de referencia $\left(v_{\text{ref}} = 1 \left[\frac{\mu \text{pulgada}}{\text{s}} \right] \right)$

Los puntos de medición se ubicaron al exterior de las edificaciones identificadas como receptores sensibles. En los casos donde existieron puntos de apoyo naturales en las inmediaciones del punto evaluado, se midió sobre estos mismos mediante la aplicación de cera al soporte respectivo. Por otro lado, en los casos que no se contaba con un apoyo natural, el transductor se instaló en un montante imantado sobre una estaca metálica insertada en la tierra.

Para los registros se utilizó un analizador en tiempo real marca Svantek®, modelo SVAN 958A, en conjunto con un kit de medición de vibraciones.

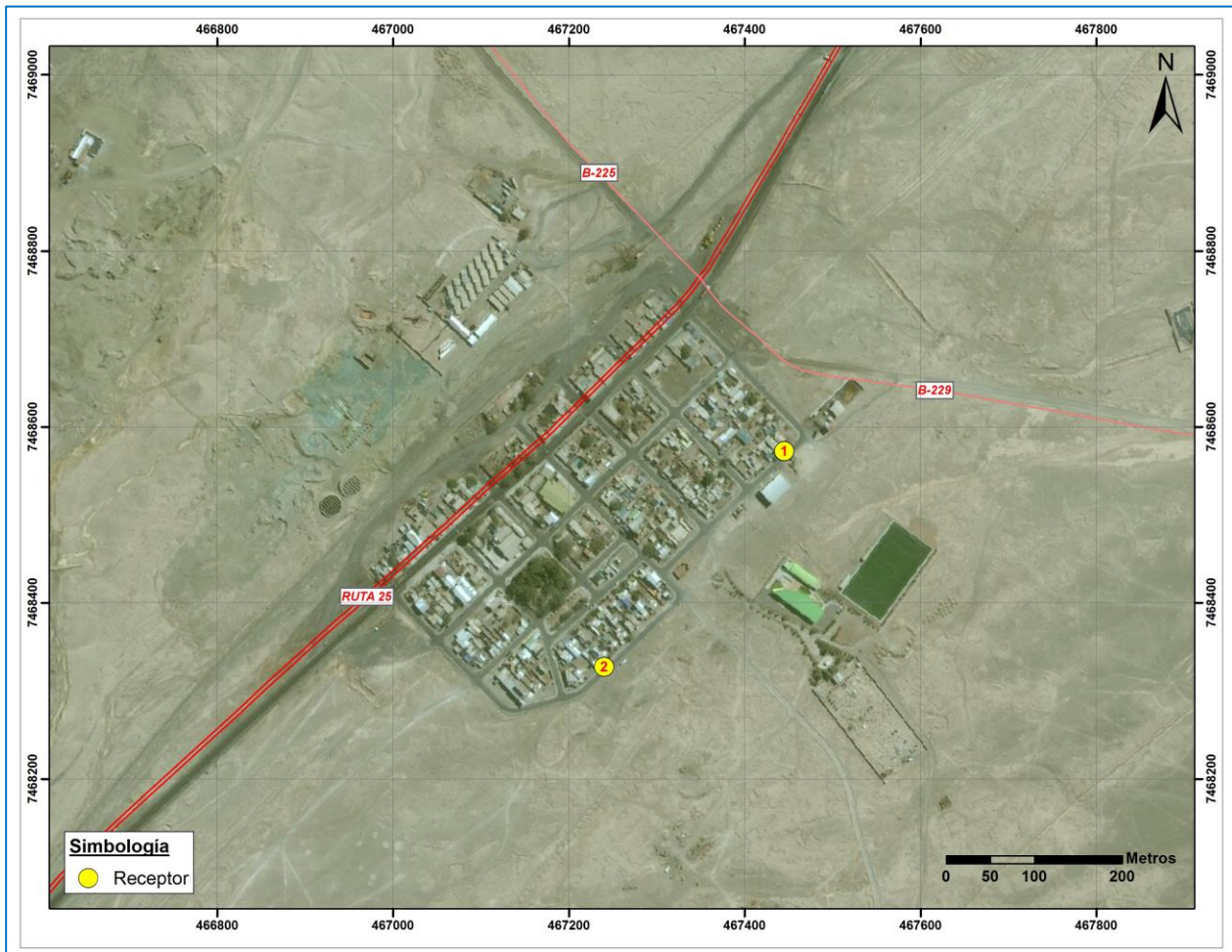
3.3.5.3 Resultados

i. Puntos de medición

A continuación, se entrega la ubicación y descripción de los puntos de medición de vibraciones.

Los puntos de medición fueron seleccionados de acuerdo a la cercanía de receptores sensibles al área de emplazamiento del Proyecto, estableciéndose así el área de influencia.

Figura 3-61: Ubicación de los puntos de medición 1 y 2, Sierra Gorda



Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA.

Figura 3-62: Ubicación de los puntos de medición 3 al 5, Michilla



Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA.

Tabla 3-66: Ubicación y descripción de puntos de medición

Punto	Descripción	Altura m	Uso efectivo	Coordenadas UTM Datum WGS84	
				Este	Norte
1	Vivienda de 2 pisos ubicada en Arturo Prat # 622 en Sierra Gorda	1.5 - 4.0	Residencial	467.445	7.468.572
2	Vivienda de 2 pisos ubicada en Arturo Prat # 201 en Sierra Gorda	1.5 - 4.0	Residencial	467.240	7.468.327
3	Campamento ubicado en poblado de Michilla.	1.5	Residencial	369.068	7.487.673
4	Posada "La Perla de Michilla" ubicada en el poblado de Michilla	1.5	Residencial	368.897	7.487.546
5	Vivienda de 1 piso ubicada a un costado de Ruta 1, cercano al poblado de Michilla	1.5	Residencial	368.794	7.486.558

Fuente: Registro en terreno.

A continuación se presentan fotografías de los puntos de medición de vibraciones obtenidas en la campaña de levantamiento de información.

Figura 3-63: Fotografías de los puntos de medición



Punto 1



Punto 2



Punto 3



Punto 4



Punto 5

Fuente: Registro fotográfico en terreno.

ii. Medición de vibraciones

En la Tabla 3–67 se presentan los valores de vibraciones obtenidos en cada punto, en periodo diurno y nocturno. Los resultados obtenidos muestran el Nivel de Velocidad (Lv) y la Velocidad Vertical de Partícula (VVP).

Tabla 3–67: Valores de velocidad de partículas y nivel de velocidad según periodo de medición

Punto	Periodo diurno		Periodo nocturno	
	VVP, mm/s	Lv, VdB	VVP, mm/s	Lv, VdB
1	3.49E-02	62,8	2.61E-02	60,2
2	3.47E-02	62,7	3.40E-02	62,5
3	3.35E-02	62,4	3.55E-02	62,9
4	1.95E-02	57,7	3.65E-02	63,1
5	3.96E-02	63,9	3.81E-02	63,5

Fuente: Registro en terreno.

Todos los valores obtenidos corresponden a las vibraciones naturales del suelo en cada Sector, no existiendo fuentes externas que puedan afectar los registros. Por otro lado, se puede determinar que para todos los puntos los valores registrados se encuentran por debajo del umbral de percepción definido en la normativa FTA-VA—90-1003-06 el cual es de 65 VdB.

3.3.5.4 Conclusiones

Entre los días 17 y 18 de diciembre de 2014, se realizaron mediciones de vibraciones en sectores sensibles, cercanos al emplazamiento del Proyecto. Para la presente campaña se consideraron cinco (5) puntos de muestreo que caracterizan cabalmente cada uno de los sectores sensibles.

Los resultados de la medición de vibraciones representan las condiciones características de cada zona, no observándose eventos externos que influyeran los registros. Por otro lado, se puede determinar que los registros obtenidos para todos los puntos de evaluación se encuentran por debajo del umbral de percepción definido en la normativa FTA-VA—90-1003-06 el cual es de 65 VdB.

3.4. Medio Físico – Hidrósfera – Recursos Hídricos Continentales

3.4.1 Hidrología

3.4.1.1 Introducción

En el presente acápite se entrega la caracterización del componente Hidrología, para el área de influencia definida en el Capítulo 2, de acuerdo a lo establecido en la Ley N° 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente y el Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental modificado a través del D.S. N° 40/2012.

3.4.1.2 Metodología

La estadística disponible para el Sector Mina-Planta abarca hasta el mes de diciembre de 2013, estableciéndose así resultados de años calendarios completos. Con la información disponible se determina la precipitación media mensual, probabilidad de excedencia y caudal máximo instantáneo para las cuatro subcuencas analizadas y que se localizan en el área de influencia del Proyecto en el Sector Mina-Planta.

En lo que respecta a los sectores Ductos y Muelle, la caracterización hidrológica está en base a datos bibliográficos de la Dirección General de Aguas e información levantada en líneas de base anteriores de la zona (Proyecto Esperanza RCA N° 212/2008).

3.4.1.3 Resultados

Sector Mina-Planta

El trabajo completo realizado respecto a este componente en el Sector Mina-Planta se encuentra en el Anexo 3-2. A continuación se presentan los principales resultados.

i. Aspectos geomorfológicos

Debido a las escasas precipitaciones el relieve está formado por lomajes suaves sin cambios abruptos de pendiente, en donde se ha desarrollado una red de drenaje muy extendida en el área pero muy poco labrada, observándose algunos cauces principales que no superan algunos metros de profundidad pero que se extienden en una amplia sección.

Para trazar los límites de las cuencas hidrográficas se ha utilizado como información base un mapa topográfico obtenido de Aster GDEM con curvas de nivel cada 25 metros. Para poder definir con mayor precisión los límites de las cuencas confluentes al área se ha utilizado la herramienta de imágenes satelital obtenida desde el software Google Earth Pro, versión 2010.

Dentro de la cuenca Sierra Gorda se identificaron las siguientes cuatro subcuencas de interés en la zona donde se emplaza el proyecto y que se presentan en la Figura 3-64.

- Subcuenca A: Se localiza en la zona norte del Proyecto. Su área es de 252,4 km².
- Subcuenca B: Se ubica en la zona central del Proyecto y su eje principal corresponde a la quebrada Julia. Tiene un área de 235,7 km².
- Subcuenca C: Se localiza en la zona oeste del Proyecto y cubre un área de 92,9 km².
- Subcuenca D: Esta subcuenca se encuentra en el límite sur del Proyecto y está dominada por la quebrada Mala. Su área es de 237,5 km².

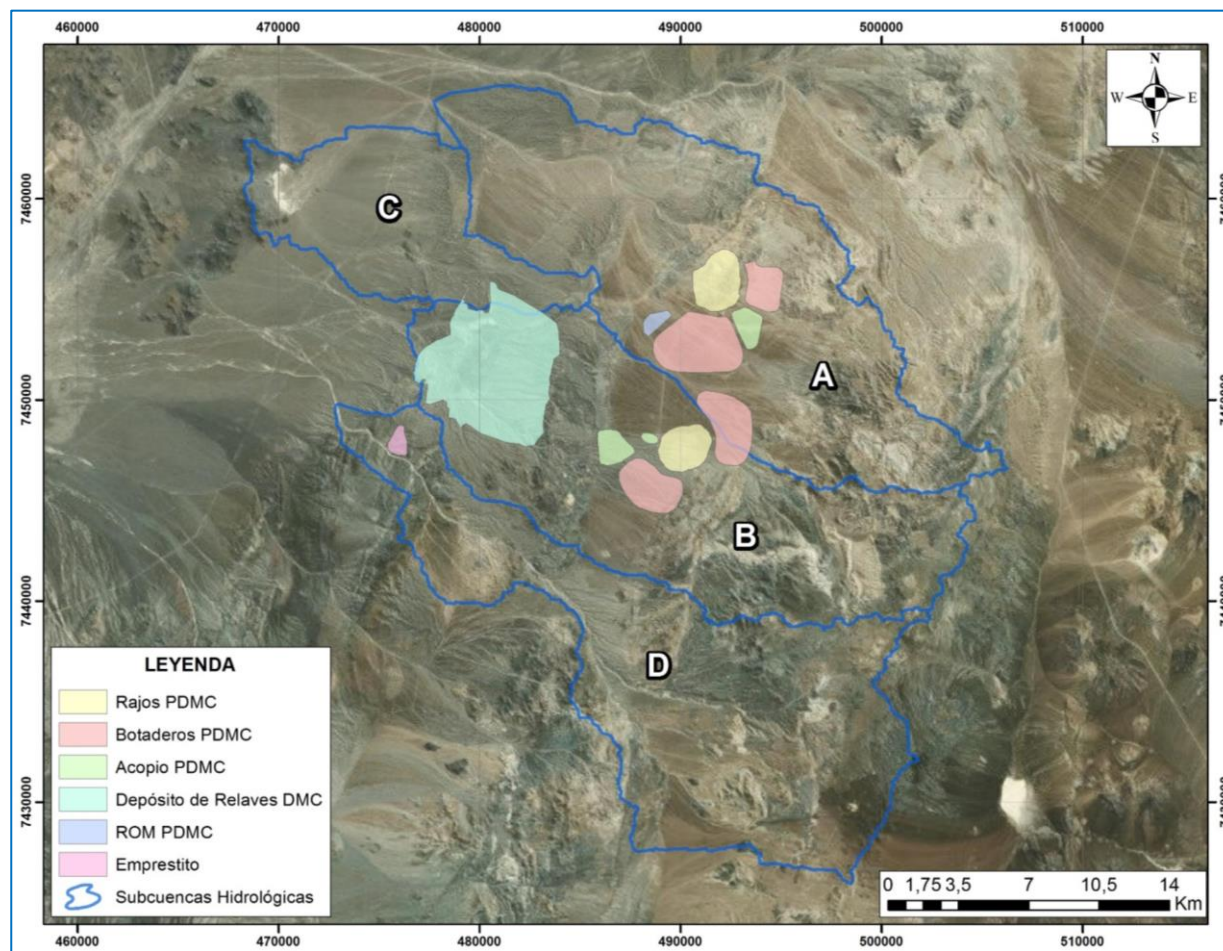
Los parámetros morfológicos más relevantes de estas subcuencas se indican en la Tabla 3-68.

Tabla 3-68: Parámetros Morfológicos de las subcuencas

Parámetros	Subcuencas			
	A	B	C	D
Pendiente media cuenca (%)	6,4	7,9	5,2	7,6
Elevación media (m)	2.343,8	2.424,7	1.826,4	2.617
Altura máxima (m)	3.071	3.099	2.203	3.236
Altura mínima (m)	1.816	1.814	1.633	1.782
Área cuencas (km ²)	252,4	235,7	92,9	237,5
Longitud cauce total (km)	18,5	36,2	16,8	35,1
Altura centroide	2.292,7	2.366,1	1.800,7	2.607
Distancia centride a salida cuenca (km)	21,2	17	5,9	24,2

Fuente: SRK.

Figura 3-64: Ubicación subcuencas en el área del Proyecto



Fuente: SRK.

ii. Aspectos meteorológicos

En el norte de Chile, el “invierno altiplánico” hace referencia a un régimen de precipitaciones intensas que ocurre durante el verano en el sector del altiplano en la zona del desierto grande.

El clima en esta zona se caracteriza por la influencia de la altura, es decir, la temperatura es baja y el aire es seco comparado con las condiciones a nivel del mar. Las temperaturas mínimas diarias son en general inferiores a 0°C, pudiendo descender a valores por debajo de -10°C durante el invierno. La zona de influencia del “invierno altiplánico” disminuye hacia el oeste, observándose la mayoría de la precipitación concentrada en las zonas más altas de la cordillera.

Las estaciones pluviométricas más cercanas al área de estudio se presentan en la Tabla 3-69.

Tabla 3-69: Estaciones pluviométricas cercanas al área del Proyecto

Estación	Fecha registro	Años registrados	Coordenadas Geográficas		Altitud (msnm)
			Latitud	Longitud	
Calama	1965-2013	46	22°26'	68°54'	2.300
Chiu Chiu	1974-2013	40	22°21'	68°39'	2.524
Baquadano	1975-2013	35	23°20'	68°50'	1.032
San Pedro de Atacama	1959-2013	33	22°54'	68°12'	2.450
Sierra Gorda	1994-2013	20	22°53'	69°19'	1.616

Fuente: SRK.

La escasa precipitación en el área no permite realizar un análisis convencional de los datos de todas las estaciones. Por lo tanto se debe elegir una estación con datos de larga extensión y continuidad con al menos 30 años de registro pluviométrico.

La estación más cercana a la zona del proyecto es Sierra Gorda, sin embargo, solo cuenta con un periodo registrado de 20 años. Además, se encuentra a una cota inferior respecto de la elevación mínima de las cuencas en estudio, de modo que no se considera representativo usar los datos de esta estación.

La estación Calama tiene una colección de datos de una extensión de 46 años, ampliamente superior al resto de las estaciones emplazadas en la zona. Además su cota es más cercana a la cota media de las cuencas analizadas. Por ello, se considera la estación Calama como un buen indicador para tener una idea inicial de las características de la precipitación que ocurre en el área del Proyecto.

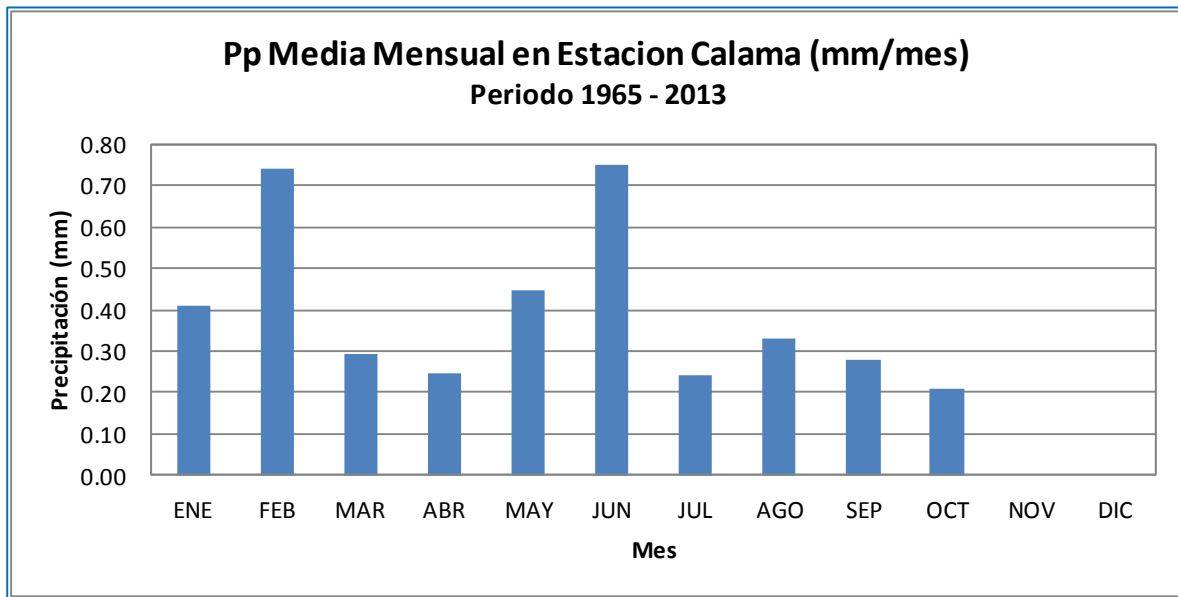
En la Tabla 3-70 y la Figura 3-65 se presenta un análisis con los valores medios mensuales en la estación Calama para todo el periodo de registro (1965 a 2013), obteniéndose un valor medio anual de 3,94 mm/año.

Tabla 3-70: Precipitación Media Mensual Estación Calama

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Precipitación (mm/mes)	0,41	0,74	0,29	0,24	0,45	0,75	0,24	0,33	0,28	0,21	0,00	0,00

Fuente: SRK.

Figura 3-65: Precipitación Media Mensual Estación Calama



Fuente: SRK.

En los datos promedio, se observa una distribución de la precipitación durante el año, sin embargo, se tienen dos registros máximos, uno está relacionado al efecto del invierno altiplánico que afecta la zona cada cierto tiempo y el otro al invierno chileno convencional (entre los meses de mayo a agosto). Además, se tiene que en los meses de noviembre y diciembre no ocurren precipitaciones durante el periodo 1965-2013.

iii. Análisis de Caudales Máximos Instantáneos – Cálculo de Crecidas

En el área no existen cursos permanentes de agua superficial, por lo que el estudio de crecidas considera la utilización de relaciones entre la escorrentía y la precipitación con el método de Verni y King Modificado, usando datos de precipitaciones máximas y rasgos geomorfológicos principales del área de estudio. De esta forma, se determinarán crecidas para distintos periodos de retorno (2, 5, 10, 20, 50, 100 y 1000 años) en las cuencas dentro del área del Proyecto.

Este método está basado en la fórmula de Verni y King, que relaciona el caudal instantáneo máximo de una crecida con la precipitación diaria máxima y el área pluvial a través de una relación de potencias. La fórmula tiene la siguiente forma:

$$Q = C(t) * 0,00618 * P_{24}^{1,24} * A^{0,88}$$

Donde:

Q = Caudal instantáneo máximo asociado al periodo de retorno T, en m³/s

C(t) = Coeficiente empírico de periodo de retorno T años

P₂₄ = Precipitación diaria máxima asociada al periodo de retorno T, expresada en mm

A = Área pluvial de la cuenca, expresada en km²

Para obtener los coeficientes empíricos asociados a cada periodo de retorno se utilizaron los valores tabulados para la Región de Atacama, esto debido a que no hay valores para la zona donde se ubica el Proyecto. Los valores del coeficiente C para la Región de Atacama fueron extraídos del estudio “Análisis de Eventos Hidrometeorológicos Extremos en el País. Caudales Máximos y Mínimos” DGA, 1995”. Los valores de C para cada periodo de retorno se presentan en la Tabla 3-71.

Tabla 3-71: Valores del Coeficiente C

T (años)	Coeficiente C
2	0,0243
5	0,0257
10	0,027
20	0,0297
50	0,0332
100	0,0356
1000 (valor extrapolado)	0,0418

Fuente: DGA 1995, SRK.

Finalmente, con esta información y mediante el mencionado Método de Verni y King modificado, se obtienen los caudales máximos para cada cuenca, valores que se presentan en la Tabla 3-72.

Tabla 3-72: Caudales Instantáneos Máximos en un Periodo de 24 horas (m³/s)

Periodo de Retorno T (años)	C (T)	Subcuencas			
		A	B	C	D
		252,4 km ²	235,7 km ²	92,9 km ²	237,5 km ²
2	0,0243	0,049	0,051	0,009	0,062
5	0,0257	0,163	0,163	0,042	0,188
10	0,027	0,26	0,258	0,071	0,293
20	0,0297	0,384	0,381	0,108	0,429
50	0,0332	0,583	0,576	0,168	0,645
100	0,0356	0,754	0,744	0,22	0,832

Periodo de Retorno T (años)	C (T)	Subcuencas			
		A	B	C	D
		252,4 km ²	235,7 km ²	92,9 km ²	237,5 km ²
1000 (valor extrapolado)	0,0418	1.416	1.393	0,423	1.549

Fuente: SRK.

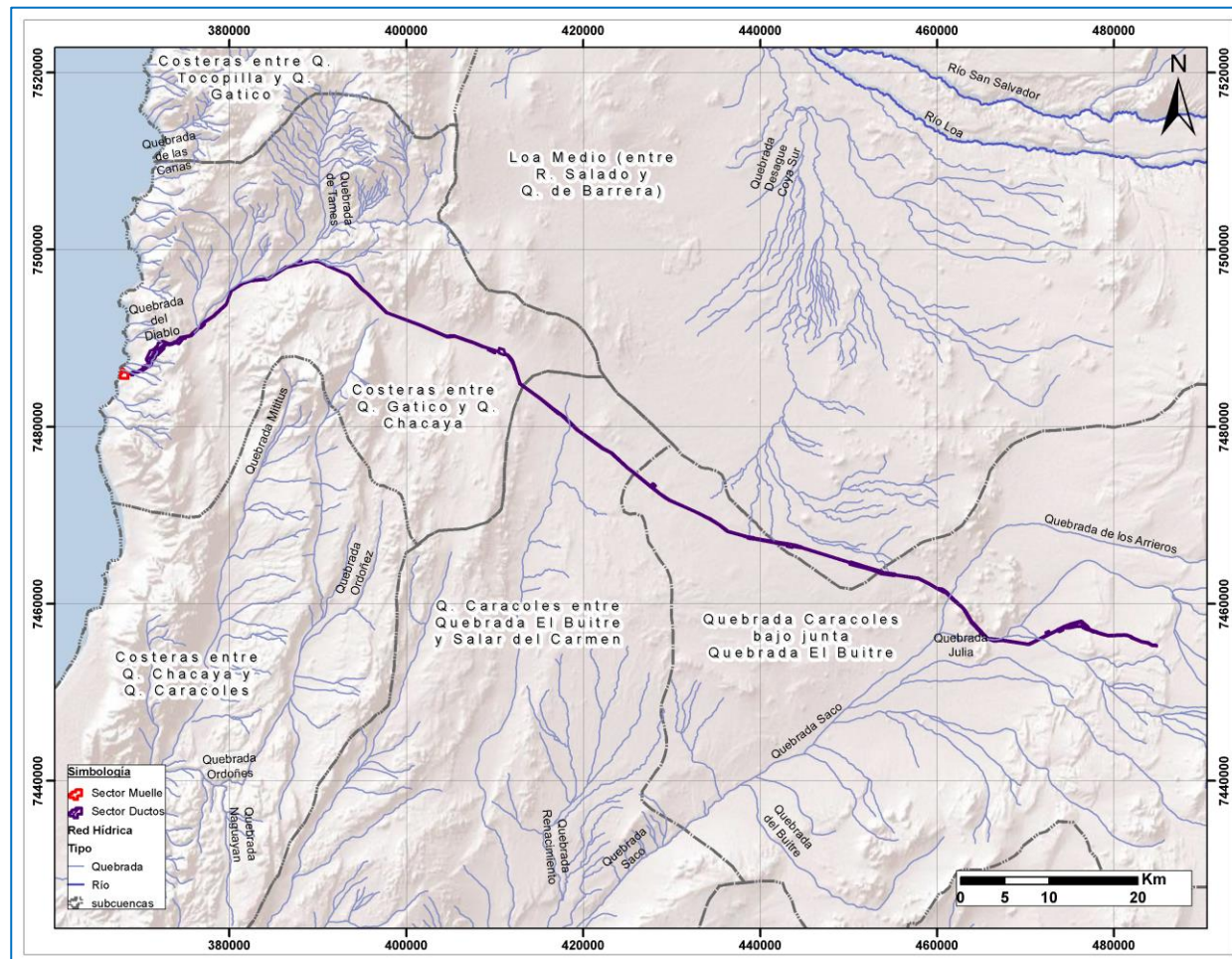
Sectores Ductos y Muelle

El área del Proyecto está enmarcada en la zona hidrográfica “Ríos en torrente de régimen mixto en la zona semiárida de Chile”, que abarca el norte grande del país. Es una zona de excesiva aridez, que presenta ríos con caudales intermitentes durante todo el año. Las cuencas están condicionadas por el relieve, recibiendo su principal aporte de agua de las lluvias altiplánicas, con sistemas hidrográficos exorreicos, esporádicos, endorreicos y arreicos.

En el caso del Sector Ductos, su largo trazado hace que se emplace en diversas subcuencas: Quebrada Caracoles bajo junta Quebrada El Buitre, Loa Medio, Quebrada Caracoles entre Quebrada El Buitre y Salar del Carmen y Costeras entre Quebrada Gatico y Quebrada Chacaya. El Sector Muelle se emplaza en su totalidad sobre la subcuenca de la Quebrada Gatico y Quebrada Chacaya. Todas estas subcuencas son de tipo arreicas, salvo por Loa Medio, que es parte de la gran cuenca del Loa, cuyo sistema hidrográfico es exorreico (Figura 3-66).

Las cuencas arreicas en esta zona están asociadas a fallas transversales de la Cordillera de la Costa, con señas de que en ellas alguna vez hubo escurrimiento pero que en la actualidad están inactivas, encontrándose secas durante el año y pudiéndose presentar corrientes pluviales y aluviales sólo de manera eventual. Quebradas representativas de esta situación son la Quebrada de Tames y la Quebrada del Diablo, asociadas al límite entre la Cordillera de la Costa y el farellón costero.

Figura 3-66: Hidrología Sectores Ductos y Muelle



Fuente: Elaboración propia.

3.4.1.4 Conclusiones

El área donde se inserta el Proyecto se caracteriza por presentar escasas a nulas precipitaciones, con un valor promedio anual de entre 3-5 mm, típico del clima en el desierto de Atacama. El régimen de lluvias muestra influencia del invierno chileno convencional (mayo a junio) y del invierno altiplánico (enero y febrero) predominando el aporte invernal por sobre el del verano. En tanto, en los meses de noviembre y diciembre no se registra precipitación alguna.

Respecto a la escorrentía posible de generarse debido a eventos de precipitación esporádicos, en el Sector Mina-Planta los registros de precipitaciones máximas en 24 horas indican montos de precipitación entre 5-9 mm para un período de retorno de 10 años generando una escorrentía del orden de 0,07 a 0,3 m³/s en las cuencas involucradas con el Proyecto. Para un período de retorno de 100 años se genera una lluvia del orden de 10,5 a 16 mm en 24 horas provocando un escurrimiento superficial del orden de 0,2 a 0,85 m³/s.

3.4.2 Hidrogeología

3.4.2.1 Introducción

En el presente acápite se entrega la caracterización del componente Hidrogeología, para el área de influencia definida en el Capítulo 2, de acuerdo a lo establecido en la Ley N° 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente y el Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental modificado a través del D.S. N° 40/2012.

3.4.2.2 Metodología

La metodología empleada comprende, a grandes rasgos en realizar una revisión de antecedentes (estudios técnicos realizados por Minera Centinela para las líneas de base de sus distintos proyectos, más datos de la Dirección General de Aguas), trabajos de terreno (catastro de niveles de agua, construcción de piezómetros, pruebas hidráulicas, perfiles geofísicos) y la elaboración de un informe.

En lo que respecta a los sectores Ductos y Muelle, la caracterización hidrogeológica está en base a datos bibliográficos de la Dirección General de Aguas e información levantada en líneas de base anteriores de la zona (Proyecto Esperanza RCA N° 212/2008).

3.4.2.3 Resultados

Sector Mina-Planta

El trabajo completo realizado respecto a este componente en el Sector Mina-Planta se encuentra en el Anexo 3-2 y el Anexo 3-4. A continuación se presentan los principales resultados.

En el Sector Mina-Planta, el Mapa Hidrogeológico de Chile (DGA, 1991) define 3 unidades dependiendo de su importancia hidrogeológica: alta a media para formaciones porosas, muy bajas y nulas en formaciones rocosas.

Es trascendente destacar que la definición de importancia hidrogeológica tomada por la DGA está relacionada a la geología de superficie, sin tener en cuenta el tipo de sedimento, la ocurrencia de agua ni la existencia de zonas saturadas en profundidad.

De acuerdo a lo estudiado por SRK, las formaciones porosas, definidas por la DGA como de alta a media importancia hidrogeológica, incluyen depósitos de sedimentos fluviales, aluviales, lacustres y coluviales, que corresponden a los acuíferos de mayor importancia de la región. En la zona de estudio esta unidad comprende principalmente a secuencias sedimentarias no consolidadas a semiconsolidadas terciarias, compuestas por gravas, arenas y limos con ignimbritas intercaladas.

Esta unidad formaría acuíferos libres o semiconfinados, cuya permeabilidad es variable dependiendo de factores como el grado de compactación de los sedimentos.

La unidad definida como muy baja importancia hidrogeológica, incluye rocas volcánicas y volcanosedimentarias del Triásico al Terciario, que en la zona de estudio incluye varias formaciones geológicas: Estrato Las Lomas (Triásico-Jurásico Inferior), Grupo Caracoles (Jurásico), Quebrada Mala (Cretácico Superior), Cinchado (Paleoceno-Eoceno Inferior). En general, estas rocas presentan permeabilidades muy bajas, no presentan características acuíferas y se consideran basamento de los rellenos acuíferos.

Por último, la unidad de nula importancia hidrogeológica incluye rocas intrusivas e hipabisales del Cretácico Superior y del Paleoceno-Eoceno. La zona de estudio incluye dioritas de piroxeno, horblenda y/o biotita (Cretácico Superior), pórfidos dacíticos de anfíbola (Paleoceno-Eoceno), granitos de anfíbola, piroxeno y/o biotita (Paleoceno-Eoceno), y domos daci-andesíticos (Eoceno Superior). Esta unidad tendría permeabilidad nula y correspondería al basamento impermeable.

Por otro lado, DICTUC (2005) desarrolló una serie de estudios que caracterizaron la hidrogeología general del sector Sierra Gorda, donde se entregan antecedentes geológicos, de variables hidráulicas, y se define la zona acuífera al poniente del área de estudio. Para este acuífero, se estimaron valores de transmisividad a partir de pruebas de bombeo, siendo el sector La Pampita-Of. Edwards donde se presentan los mayores valores de transmisividad a 600 m²/día. Los coeficientes de almacenamiento de corto plazo (para bombeos de días o semanas) se estimaron entre 0,005% y 0,15%, mientras que los coeficientes de almacenamiento de largo plazo (para bombeos de años) fueron estimados entre 1% y 8%.

De acuerdo a los estudios realizados por DICTUC (1998, 2005), el acuífero de Sierra Gorda sería recargado casi en su totalidad por el aporte proveniente de la Quebrada Los Arrieros, estimándose un valor promedio de largo plazo (años) del orden de 50 l/s, mientras que el aporte de la Quebrada Julia se considera mínimo estimándose del orden de 1 l/s.

Por otra parte, los estudios realizados por CPH Consultores (1998, 1999) para Anaconda Chile estimaron una recarga del acuífero Sierra Gorda del orden de 150 l/s. Aproximadamente 130 l/s provendrían de la Quebrada Los Arrieros, por lo que, según este estudio, la recarga proveniente desde la zona de estudio del Proyecto hacia el acuífero Sierra Gorda tendría un valor máximo de 20 l/s (aproximadamente el 13%).

Según el mapa hidrogeológico de la DGA (1991) y los estudios de DICTUC (1998, 2005), la dirección de flujo subterráneo regional seguiría una dirección hacia el Suroeste.

i. Unidades Hidrogeológicas

En esta sección se definen las unidades hidrogeológicas regionales que se encuentran en el área de influencia del Proyecto. Para ello se consideraron todos los antecedentes hidrogeológicos disponibles, como la hidrogeología regional, los trabajos de terreno, la geofísica y los antecedentes geológicos aportados por el Titular.

Con esta información, se determinaron tres unidades hidrogeológicas (UH) en función de la litología y características hidráulicas principales en la zona de estudio. La localización de estas UH en superficie se presenta en la Figura 3-67.

A continuación se describe cada una de estas unidades:

Unidad Hidrogeológica 1 (UH-1)

La descripción litológica e hidrogeológica desarrollada durante la perforación de los sondajes hídricos, así como la revisión de los antecedentes provenientes de los sondajes geotécnicos y de exploración, muestra que la presencia de agua se encuentra asociada a:

- Depósitos sedimentarios no-consolidados o semiconsolidados
- Zona superior fracturada y meteorizada de la roca

Para efectos de este estudio estas subunidades se agrupan en una sola unidad, la cual está representada en la Figura 3-67 con color azul. Estas subunidades están interconectadas hidráulicamente y se comportarían como un solo acuífero principalmente libre. En sectores particulares, dependiendo del grado de consolidación de los sedimentos así como del grado de fracturamiento y meteorización del nivel superior de los depósitos rocosos, podrían presentarse confinamientos locales.

La subunidad de depósitos sedimentarios superiores incluye distintas unidades geológicas, principalmente depósitos aluviales activos e inactivos, con edades del Mioceno al Holoceno, compuestos por bloques, gravas, arenas y limos, con algunas intercalaciones de cenizas volcánicas, con distinto grado de consolidación dependiendo de la edad del depósito. Siguiendo la nomenclatura del mapa geológico elaborado por AMSA (2011), estarían incluidas las siguientes unidades geológicas:

- Qa: (Pleistoceno a Holoceno) Depósitos aluviales activos. Sedimentos no consolidados.
- PIQa: (Plioceno a Pleistoceno) Depósitos aluviales inactivos. Sedimentos semi a no consolidados.
- Mima: (Mioceno Inferior a Medio) Depósitos aluviales antiguos. Sedimentos semi a consolidados.

El Titular ha realizado diversas campañas de exploración en el Llano Caracoles. Utilizando los datos estratigráficos que provienen de esos sondajes, se ha modelado la morfología del contacto gravaroca, cuya superficie está representada en la Figura 3-67, con isocurvas cada 20 m. En el Anexo 3-3 se encuentra el detalle de los 547 sondajes que se utilizaron para modelar esta superficie, indicando las coordenadas y cota del contacto.

Una de las características morfológicas principales del contacto grava-roca es la presencia de dos depresiones localizadas en los límites oriental y occidental del Llano Caracoles elongadas Norte-Sur e interpretados como grabenes. La mayor de estas depresiones se encuentra inmediatamente en el oriente del Llano Caracoles y se extiende hacia el norte, con una profundidad máxima perforada de 583 m en un sondaje de exploración cercano al piezómetro DP-3. La segunda depresión se encontraría en el borde occidental del Llano Caracoles, con profundidades menores, del orden de 150 a 200 m.

Es importante destacar que en dichos graben se han detectado las mayores potencias de sedimentos no consolidados, los que sobreyacen a los sedimentos de mayor consolidación. En este sentido, en el graben oriental, los depósitos no consolidados tendrían una potencia aproximada de 100 m, sobreyaciendo un nivel de mayor consolidación, que alcanza un máximo de 583 m. Por otro lado, en el graben occidental, los depósitos no consolidados alcanzarían aproximadamente los 150 m, localizados sobre una capa no mayor de 50 m de mayor consolidación.

Según la información de sondajes geotécnicos y de exploración, los depósitos que se encuentran inmediatamente bajo el contacto de los niveles sedimentarios, estarían intensamente fracturados y meteorizados. Esta zona fracturada y meteorizada tendría una potencia del orden de 30 a 50 m hasta encontrar roca menos fracturada y con una permeabilidad secundaria muy baja. Esta subunidad no es homogénea, la potencia así como el grado de fracturamiento y de meteorización dependen de varios factores, como el tipo de rocas y presencia de estructuras, entre otras.

Unidad Hidrogeológica 2 (UH-2)

En esta unidad se incluyen principalmente las rocas sedimentarias continentales compuestas por bloques, gravas, arenas y limos definidos como Gravas Terciarias, en parte intercaladas con tobas

riolíticas, que corresponderían a depósitos fluviales y tefras en parte retrabajadas. Los depósitos de tobas riolíticas pueden tener potencias considerables hacia el techo de la unidad.

Estas rocas presentan una mayor consolidación que la unidad UH-1, existiendo confinamientos profundos en los estratos saturados de mayor grado de fracturación o menos consolidados, por donde los escasos flujos subterráneos avanzarían de forma muy lenta. En los sectores donde se localizaría el depósito de relaves DMC, se detectaron surgencias constantes de bajo caudal

en algunos sondajes, los cuales fueron sellados posteriormente para evitar el flujo de agua hacia superficie.

Esta unidad se encuentra principalmente hacia el Oeste del área de estudio, que correspondería al límite occidental del Llano Caracoles.

Unidad Hidrogeológica 3 (UH-3)

Esta unidad incluye todas las rocas volcánicas, sedimentarias e intrusivas que no pertenecen a las otras unidades hidrogeológicas y localizadas bajo los depósitos de gravas en el Llano Caracoles y al Norte de éste.

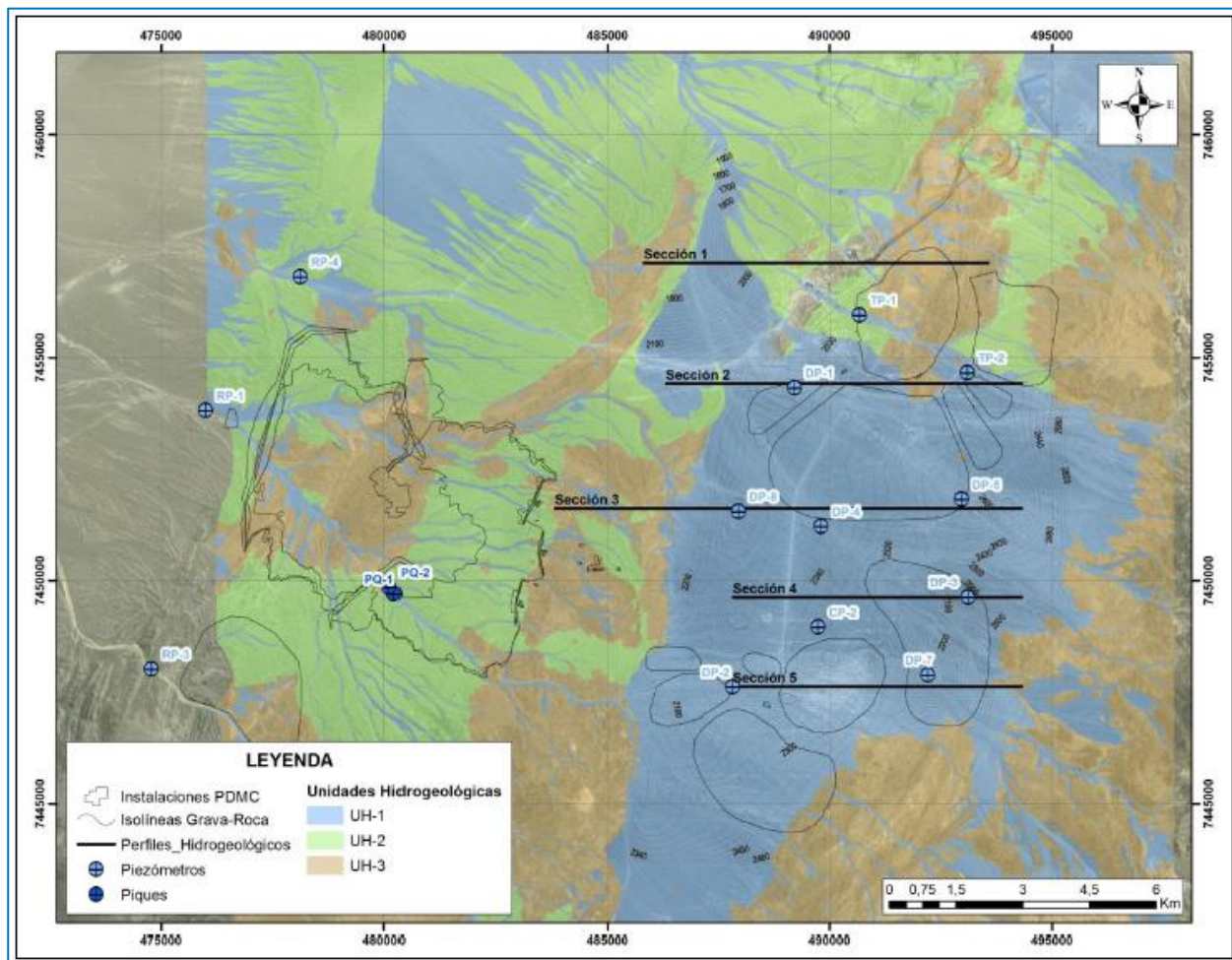
En general, esta unidad tiene una permeabilidad secundaria muy baja debido a su bajo a nulo grado de fracturamiento. En las estructuras saturadas se forma un acuífero fracturado, siendo las zonas de mayor fracturación o fallas abiertas, por donde avanzarían flujos subterráneos lentos y limitados.

Durante las perforaciones de exploración se han registrado surgencias de aguas en esta unidad, las que se agotan luego de un tiempo. Estas aguas se han interpretado como volúmenes limitados o “bolsones” de agua que se encontrarían confinadas dependiendo de la interconexión existente entre las estructuras y la existencia de un flujo subterráneo.

A partir de las características descritas, los estratos profundos saturados de esta unidad, actuarían de una manera similar a la UH-2, es decir, se tratarían de niveles confinados con un movimiento muy lento, pudiendo encontrarse estancada en algunos sectores.

Por otro lado, en el límite norte del Llano Caracoles, donde se localiza el futuro rajo Esperanza Sur, las estructuras más someras se encontrarían saturadas (aproximadamente desde los 60 m de profundidad), avanzando el bajo flujo subterráneo de manera muy lenta entre las conexiones estructurales abiertas existentes y actuando como un acuífero fracturado.

Figura 3-67: Unidades Hidrogeológicas en Sector Mina-Planta



Fuente: SRK.

ii. Características de los Acuíferos Existentes

Como se ha mencionado con anterioridad, en la zona de influencia se han detectado, a partir de las características litológicas, ocurrencias de agua, entre otros, tres acuíferos distintos que estarían interconectados entre sí, estos acuíferos presentarían las siguientes características:

Acuífero sedimentario del tipo libre

La mayor parte de los niveles medidos provienen de sondajes perforados en el Llano Caracoles, inmediatamente al sur del futuro rajo Esperanza Sur y limitado por el rajo Sulfuros Encuentro por el Sur. En este dominio hidrogeológico, la unidad UH-1 formaría un acuífero libre, en la cual las aguas fluyen a través de los depósitos sedimentarios del Cuaternario y Mioceno-Holoceno, además de la zona superior de rocas meteorizadas y fracturadas, o regolito.

La superficie piezométrica asociada a este acuífero libre muestra una dirección de flujo general de oriente a poniente y principalmente dominado por la morfología del contacto entre los depósitos sedimentarios y la roca.

En este dominio, el agua subterránea fluiría desde los sectores altos, al oriente del Llano Caracoles, con un gradiente hidráulico promedio de 7%, hasta disminuir, en el borde occidental del llano, a una media de 1,4%.

En el sector central del Llano, la superficie piezométrica se localiza cercana al contacto grava-roca y sus variaciones locales estarían asociadas a la topografía de dicho contacto. Por otro lado, los sedimentos que rellenan las depresiones interpretadas como graben geológicos, estarían saturados con los niveles de agua sobre el contacto grava-roca.

En el caso de las aguas almacenadas en el graben oriental, el flujo subterráneo avanzaría hacia el oeste, por medio de los paleocanales sedimentarios que existan en la zona central del Llano Caracoles y que desembocan en el graben occidental. Además, las aguas localizadas a mayor profundidad avanzarían de manera más lenta por las zonas de mayor fracturación en los depósitos rocosos que infrayacen los niveles sedimentarios.

El borde occidental del Llano Caracoles estaría limitado por los sedimentos semiconsolidados a consolidados pertenecientes a las Gravas Terciarias (UH-2). Estos depósitos se encuentran alzados y formarían una barrera hidráulica orientada norte-sur que disminuye el movimiento del flujo subterráneo. A partir de esta barrera hidráulica, el flujo subterráneo regional avanzaría de manera más lenta y en menor caudal por medio de esta barrera hidráulica (dirección poniente), permitiendo que el flujo subterráneo también salga por el límite noroeste del Llano, sector donde se encuentra el relave en operación asociado con el rajo Esperanza.

En el sector del relave de Esperanza, los depósitos sedimentarios de la unidad UH-1 tendrían una potencia de entre 300 y 500 m, según sondajes de exploración en el sector. Si bien estos

sondajes no fueron monitoreados debido a la existencia del depósito de relaves en el lugar, los antecedentes disponibles muestran que al menos hasta los 200 m de profundidad no se encontraría el agua. Tal como se señaló, el flujo de agua subterránea se asociaría al contacto grava-roca, por lo que es posible que los niveles de agua en este sector se encuentren a profundidades mucho mayores, cercanas a dicho contacto.

Acuífero fracturado con confinamiento regional

Al occidente de la barrera hidráulica que limita al Llano Caracoles, la escasa agua subterránea fluiría de manera muy lenta a través de depósitos de baja permeabilidad formada por los niveles profundos que presentan un mayor fracturamiento en las UH-2 y UH-3 y, localmente en su límite oriental, en los niveles consolidados de la UH-1. La presencia de depósitos impermeables que sobreyacen los niveles saturados, ayudarán a que este acuífero actuase de una manera confinada regionalmente.

El confinamiento detectado se ha corroborado con los sondajes de condenación que se perforaron en este sector, los que registraron la primera ocurrencia de agua a profundidades mayores que los niveles de agua medidos posteriormente. Un ejemplo es el sondaje REL-39 cuya primera ocurrencia de agua fue detectada a los 222 m de profundidad, mientras que el nivel de agua medido posteriormente fue de 146,5 m, lo que es indicativo de la presencia de niveles confinados profundos.

Además, en las cercanías de la Quebrada Julia se detectaron dos sondajes surgentes (REL-66 y REL-85) que tienen su primera ocurrencia de agua bajo los 70 m de profundidad y que presentan conductividades entre 40 y 50 mS/cm, lo que corrobora el lento movimiento y baja recarga de las aguas subterráneas de este acuífero confinado.

Acuífero fracturado con semiconfinamientos locales

En el sector del rajo Esperanza Sur se monitorearon 19 sondajes con niveles de agua. Estas aguas corresponderían a bajos flujos de movimientos muy lentos, asociados a acuíferos en rocas fracturadas y meteorizadas.

Además, la existencia de rocas con alteración argílica (arcillas), produciría una disminución de la permeabilidad y modificaría la dirección del flujo subterráneo de manera local.

Estos niveles saturados, que se localizarían de una manera más somera en comparación con los ubicados al oeste del Llano Caracoles, tendrían cierto confinamiento de manera local en algunos sectores, tanto en el sector del rajo de Esperanza Sur como en el Llano Caracoles, subyaciendo la UH-1.

Por otro lado, la presencia de sectores y niveles de mayor fracturación permiten la formación de “bolsones” saturados, lo que corresponden a zonas limitadas con presencia de agua

subterránea que no tiene un importante movimiento o renovación, por lo que presentarían características hidroquímicas particulares (altos valores de conductividad).

Finalmente, es importante destacar las interconexiones existentes entre los distintos acuíferos del sector por medio de vías preferenciales, tales como estructuras o niveles fracturados, que permiten el paso de los flujos subterráneos desde el acuífero libre a los fracturados.

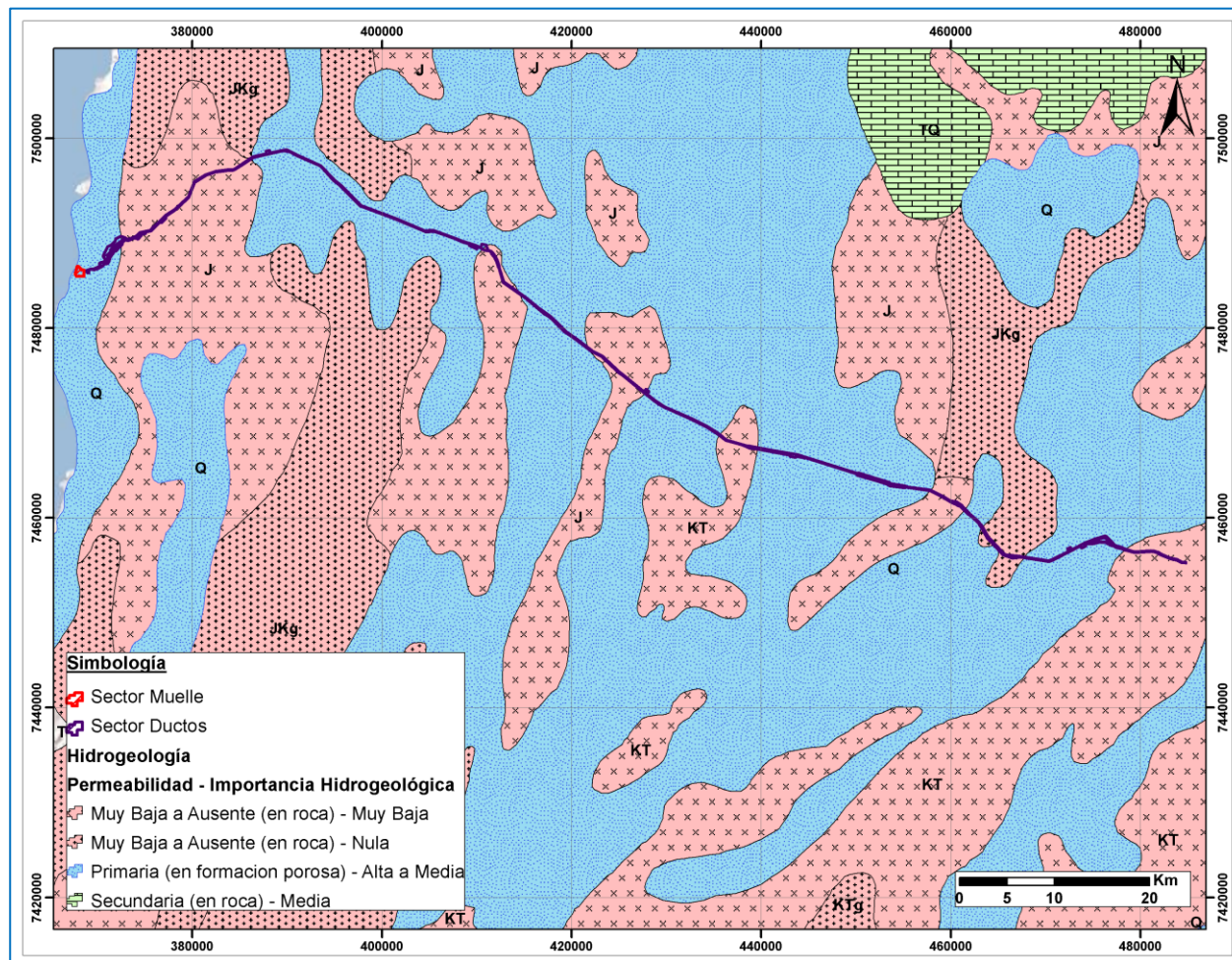
Sectores Ductos y Muelle

Para lo que respecta al Sector Ductos, el trazado en gran parte de su extensión se emplaza sobre áreas con importancia hidrogeológica relativa alta a media, con permeabilidad primaria. Este es el caso también del Sector Muelle. Otros tramos del Sector Ductos se emplazan en zonas de baja importancia hidrogeológica con permeabilidad muy baja a ausente (en roca) (Figura 3-68).

El Sector Ductos atraviesa zonas de rocas plutónicas e hipabisales, constituidas de intrusitos graníticos y basamentos impermeables pertenecientes al Jurásico-Cretácico Plutónico, que forman la Cordillera de la Costa. Además, atraviesa zonas de rocas volcánicas principalmente depósitos dacíticos, andesíticos y basálticos asociados a volcanes antiguos, pertenecientes al Jurásico mixto sedimentario-volcánico.

En el Sector Muelle, y de acuerdo al mapa hidrogeológico de la DGA, existe un acuífero costero formado por material del Cuaternario no consolidado que limita al poniente con un sustrato impermeable del Jurásico-Cretácico Plutónico.

Figura 3-68: Hidrogeología en Sectores Ductos y Muelle



Fuente: Elaboración propia.

3.4.2.4 Conclusiones

La hidrogeología general del Sector Mina-Planta está dominada por 3 unidades hidrogeológicas:

-UH-1: constituida por dos subunidades. La subunidad superior está formada por depósitos sedimentarios aluviales (gravas, arenas y limos) con edades que varían del Cuaternario al Holoceno, presentan distintos grados de consolidación, y un espesor entre los 80 y 580 m en el sector central y graben oriental del Llano Caracoles respectivamente. La subunidad inferior está constituida por rocas del basamento rocoso que se encuentran intensamente fracturadas y meteorizadas, la que formaría una zona con potencia variable entre 30 y 50 m aproximadamente, dependiendo del tipo de roca. Estas subunidades se encontrarían interconectadas y se comportarían como un solo acuífero principalmente libre.

- UH-2: constituida principalmente por las rocas sedimentarias continentales pertenecientes a los depósitos de Gravas Terciarias del Oligoceno-Mioceno. Estas rocas están compuestas por bloques, gravas, arenas y limos consolidados, en parte intercaladas con tobas riolíticas en los niveles superiores. Estas rocas presentan un alto grado de fracturación en profundidad, los que corresponden a niveles saturados de poco espesor. En este acuífero fracturado se forman niveles confinados en profundidad con un movimiento escaso y muy lento asociado a variaciones en los grados de consolidación y fracturación o la presencia de niveles de cenizas.

- UH-3: constituida por todas las rocas volcánicas, sedimentarias e intrusivas que no pertenecen a las otras unidades hidrogeológicas. En esta unidad se pueden diferenciar dos tipos de acuíferos o comportamientos hidrogeológicos distintos. Uno localizado en la zona del Rajo Esperanza Sur, al norte del Llano Caracoles, que forma un acuífero fracturado, y otro a mayor profundidad en el oeste de la zona de estudio y con características similares al detectado en UH-2, es decir con estratos saturados confinados y un movimiento escaso y muy lento.

En la parte central del Llano Caracoles, los espesores de la cobertura de gravas y arenas tienen potencias variables de entre 80 y 140 m, mientras que hacia el oriente y poniente destacan dos depresiones que corresponderían a grabens geológicos. El graben oriental registra una potencia de 583 m, la mayor registrada para el relleno del Llano Caracoles, mientras que el graben occidental presenta espesores del orden de 200 m.

A partir de pruebas de bombeo, los valores de permeabilidad para la unidad UH-1 se estimaron del orden de 10⁻¹ a 10⁻³ m/día. Los mayores valores estarían asociados a niveles de gravas y arenas más permeables, mientras que los menores valores estarían asociados a rellenos limoarcillosos y a rocas fracturadas en la base de la unidad UH-1.

Por otro lado, a partir de pruebas Lugeon realizadas en sondajes de exploración de ambos proyectos mineros, las permeabilidades en la roca fracturada de la unidad UH-3 en el sector de Esperanza Sur son consideradas muy bajas, con valores entre 10⁻³ y 10⁻⁵ m/día. También,

estos valores de permeabilidades podrán ser utilizados para el acuífero profundo confinado ya que se tratan de rocas y grados de fracturación similares.

La recarga del sistema tiene su origen en el flujo subterráneo proveniente desde las cuencas que limitan por el oriente la zona de estudio. Este flujo ingresaría principalmente por el relleno no consolidado a semiconsolidado (UH-1) localizado en las quebradas de dirección Este-Oeste y, en menor cantidad, por posibles niveles saturados de mayor fracturación (UH-3). Por otro lado, si bien la media anual de precipitaciones es apenas del orden de 4 mm/año lo que implicaría una recarga prácticamente nula, es posible que este tipo de recarga sea variable y este asociada más bien a eventos lluviosos excepcionales marcados por precipitaciones máximas en 24 horas.

La unidad UH-1 que rellena el Llano Caracoles formaría un acuífero libre, que se encuentra a profundidades del orden de 30 m en el graben oriental a 100 m en el sector central del Llano. El flujo subterráneo bajaría con dirección hacia el oeste desde las zonas altas de las cuencas aportantes con un gradiente hidráulico de 7%, hasta alcanzar la barrera hidráulica, formado por UH-2, que limita el Llano Caracoles por el occidente que restringe el flujo pasante, permitiendo un mayor almacenamiento de agua y disminuyendo el gradiente hasta 1,4%.

Los dos grabenes geológicos de dirección norte-sur existentes en los límites oriental y occidental del Llano Caracoles, permitirían un mayor almacenamiento de agua subterránea debido a la mayor potencia de la unidad UH-1 que rellena estas depresiones. Ambos graben se encuentran interconectados por paleocanales de dirección este-oeste por donde avanza mayoritariamente el flujo subterráneo.

Hacia el norte del Llano Caracoles, en el sector del futuro Rajo Esperanza Sur, el agua subterránea se encontraría en acuíferos localizados en zonas y niveles fracturados y meteorizados. El avance del flujo subterráneo en la UH-3 está relacionado con la interconexión entre las estructuras abiertas (fallas y fracturas) presentes. En general, el flujo subterráneo mantiene una dirección oeste, aunque mayoritariamente formaría bolsones saturados con altos valores de conductividad eléctrica.

Al poniente del Llano Caracoles (UH-2), donde se instalará el depósitos de relaves DMC, se produce una de las salidas de las aguas subterráneas del Llano mediante flujos subterráneos confinados de menor volumen y que avanza de manera muy lenta por depósitos de muy baja permeabilidad a profundidades aproximadas de 200 m, permitiendo una mayor disolución de sales desde las rocas, lo que se demuestra con el empeoramiento de la calidad de las aguas en este sector.

La otra salida se produce por el límite noroeste del Llano Caracoles, por medio de escasos flujos subterráneos que avanzan por vías preferenciales (estructuras o fallas abiertas en niveles de mayor consolidación) o a profundidades mayores de 200 m en depósitos de baja

permeabilidad, ya que no se ha detectado agua en sondajes de este sector que alcanzaron dicha profundidad.

La acumulación de agua somera estancada en la zona de los piques está relacionada a la presencia de estructuras abiertas (fallas y fracturas) que interceptan los niveles confinados profundos en UH-2, permitiendo el lento ascenso y la formación de pequeños bolsones limitados de agua subterránea en zonas cercanas a la superficie, por lo que no representaría un acuífero de importancia en el sector. Esta zona presenta una permeabilidad del orden de 10⁻³ m/d y tiene un volumen pequeño y finito, con una muy lenta recarga desde los niveles confinados profundos.

Estimaciones preliminares del flujo pasante en distintas secciones del Llano Caracoles entregan valores máximos del orden de 10 l/s, aunque este volumen, que correspondería a la descarga de la zona de estudio, antes de recargar las zonas de Sierra Gorda y La Pampita-Of. Edwards, podría disminuir debido a distintos procesos (evaporación) y a un mayor almacenamiento en sectores de movimiento nulos de aguas subterráneas.

3.5. Medio Físico – Hidrósfera – Recursos Hídricos Marinos

3.5.1 Corrientes, Mareas y Oleaje (Oceanografía Física)

3.5.1.1 Introducción

En el presente acápite se entrega la caracterización del componente Oceanografía Física, para el área de influencia definida en el Capítulo 2, de acuerdo a lo establecido en la Ley N° 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente y el Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental modificado a través del D.S. N° 40/2012.

3.5.1.2 Metodología

La información que se analiza para este componente corresponde a tres (3) campañas de mediciones realizadas en el área de influencia del Proyecto, información levantada en su momento en el contexto del Proyecto Esperanza (RCA N° 212/2008). A saber:

- Condición invernal: 4 de agosto al 13 de septiembre de 2006 (Empresa OIKOS S.A.);
- Condición primaveral - estival: 9 de noviembre al 14 de diciembre de 2006 (Empresa OIKOS S.A.);
- Condición Invernal: 09 de junio al 8 de julio de 2007 (Empresa COSTASUR Ltda.).

Las campañas efectuadas por la empresa Oikos S.A. comprendieron estudios de corrientes lagrangianas, corrientes eulerianas, deriva litoral, trazadores químicos y dilución. Complementariamente, se efectuaron mediciones de dirección y velocidad del viento como apoyo a los estudios correntométricos.

Para determinar la dispersión en el cuerpo de agua receptor se realizó una experiencia con rodamina B (Merck®) preparada según la metodología estándar y vertida desde la embarcación en dos estaciones en el sector de caleta Michilla, durante la marea vaciante y llenante.

Las mediciones de corrientes eulerianas de la empresa COSTASUR Ltda. se efectuaron mediante el anclaje (fondeo) de un perfilador de corrientes acústico Doppler. El estudio de correntometría con derivadores se realizó con puntos de lance en períodos de cuadratura y sicigia lunar, y condición mareal de llenante y vaciante.

La capacidad de dispersión de la columna de agua se evaluó mediante el trazador químico Rodamina B. Este trazador fue elegido por ser una sustancia química, que disuelta en alcohol y agua de mar, presenta un destacado color anaranjado fácil de identificar y monitorear (alta fluorescencia). A ello se agrega su carácter no tóxico sobre la biota acuática.

3.5.1.3 Resultados

El trabajo completo realizado respecto a este componente se encuentra en el Anexo 3-8: Línea de Base Medio Marino.

3.5.1.4 Conclusiones

Las corrientes eulerianas muestran una tendencia general a agruparse mayoritariamente (alta incidencia) en torno a las direcciones asociadas al 1er cuadrante, fundamentalmente en torno a la dirección N (NE, mediciones de OIKOS S.A.; NW, mediciones de COSTASUR). Esta situación también se presenta de manera general en las experiencias con derivadores (correntimetría Lagrangiana), en donde las trayectorias más frecuentes fueron hacia el 1er cuadrante, salvo algunas excepciones, en donde el viento parece forzar desplazamientos diferentes. Este hallazgo no es sorprendente si se considera la configuración del fondo marino en la cercanía a la línea de costa en el área de estudio reflejada por el sentido de las isobatas, y la misma configuración de la línea de la costa, además de los trenes de olas fundamentalmente del 3er cuadrante que, en su conjunto, explican que las corrientes de manera amplia tengan una dirección de avance en torno a la dirección N.

Los resultados obtenidos en las experiencias de dispersión y dilución muestran para el área de estudio una óptima capacidad del medio para la dispersión de contaminantes. Los valores moda fueron entre $0,51 < Kh < 2,00$ (m^2/s), con trayectorias hacia el 1er cuadrante. Esta situación se pudo verificar en todas las campañas de medición.

La marea en el área de estudio es de tipo mixto predominantemente semidiurna, es decir, en un día se presenta la ocurrencia de dos pleamares y dos bajamares, con diferencia de alturas entre ellas. Los resultados de la correlación cruzada evidencian el bajo efecto de los vientos y marea sobre las corrientes medidas, alcanzándose un valor de 0,25 (máximo igual a 1).

3.5.2 Calidad del Agua y Sedimentos (Oceanografía Química)

3.5.2.1 Introducción

En el presente acápite se entrega la caracterización del componente Oceanografía Química, para el área de influencia definida en el Capítulo 2, de acuerdo a lo establecido en la Ley N° 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente y el Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental modificado a través del D.S. N° 40/2012.

3.5.2.2 Metodología

Se realizaron evaluaciones de las condiciones oceanográficas en 11 estaciones pre-establecidas, de las cuales se ubicaron en el área de estudio de la operación del muelle de Minera Centinela, denominadas como CM-10, CM-20, CM-30, CM-40, CM-50, CM-60, CM-70, CM-80, CM-90, mientras que se conservaron dos estaciones control: CM-CONTROL hacia el Norte ubicada en el área costera frente al poblado de Michilla, y CM-100 hacia el Sur.

El levantamiento de información para la Oceanografía Química fue desarrollado por la Universidad de Antofagasta – Unidad Técnica S.A. (UATSA), durante julio y agosto del año 2014, complementado con los registros históricos realizados para el Plan de Vigilancia y Monitoreo Ambiental del Medio Marino que implementa Minera Centinela desde el año 2010.

La Tabla 3–73 resume la posición geográfica y profundidad de cada una de las estaciones evaluadas en el ámbito de la presente línea de base. En cada estación monitoreada se obtuvieron perfiles de temperatura y salinidad desde el fondo a la superficie, utilizando perfilador electrónico autónomo, marca YSI modelo 6.200. Adicionalmente, muestras de agua de mar se obtuvieron con botellas oceanográficas tipo Niskin, en los estratos 0,5 m y fondo, para evaluación y análisis del oxígeno disuelto.

Tabla 3–73: Ubicación y profundidad de las estaciones oceanográficas en Michilla

Estación	Coordenadas UTM Datum WGS84		Profundidad (m)
	Norte	Este	
CM - 10	7.486.182	367.165	27
CM - 20	7.486.776	367.413	29
CM - 30	7.486.833	367.634	22
CM - 40	7.486.602	367.234	34
CM - 50	7.486.438	367.297	23
CM - 60	7.486.726	367.515	21
CM - 70	7.486.516	367.205	33
CM - 80	7.486.513	367.627	11
CM - 90	7.486.449	367.627	6
CM - 100	7.485.515	367.278	16
CM - Control	7.487.881	367.975	14

Fuente: Registro en terreno.

3.5.2.3 Resultados

El trabajo completo realizado respecto a este componente se encuentra en el Anexo 3-8: Línea de Base Medio Marino.

3.5.2.4 Conclusiones

Estructura de la columna de agua

Las características generales del medio ambiente marino durante la campaña de línea base de julio 2014, muestran la variabilidad de las condiciones oceanográficas normales para una condición invernal en la zona Norte de Chile (Hidalgo *et al.*, 2005). Estudios de la costa Norte de Chile, señalan que el sector frente a Michilla es azotado constantemente por marejadas del SW, cuya intensidad depende de la intensidad de los vientos reinantes. Esta condiciones se intensifica entre los meses de mayo a julio, teniendo una duración de entre 2 a 4 días, intensificándose más aún durante la época de sicigia (SHOA, 1995).

El estudio comprende una escala espacial reducida, sin embargo, durante la campaña invernal de julio 2014, se puede apreciar que las condiciones oceanográficas, reflejaron una condición de estabilidad en la columna de agua para todos los parámetros estudiados, esto posiblemente al periodo de estabilidad o relajo posterior a una fuerte marejada. Las fluctuaciones observadas en el sector en comparación a estudios previos para la misma área, corresponden a la variabilidad típica de los ambientes costeros sometidos a la influencia del sistema de corrientes de Humboldt, siendo la variabilidad de estos ambientes condicionados por la ocurrencia de procesos de surgencias, los cuales se intensifican durante los meses de primavera-verano en la zona costera del Norte de Chile (Hidalgo *et al.*, 2005; Escribano & Hidalgo, 2002; Escribano *et al.* 2004; Palma *et al.*, 2006).

En tanto la presencia de masas de agua de alta salinidad ponen en evidencia la mayor participación de las masas de Agua Ecuatorial subsuperficial y de Subtropicales las cuales son coincidentes con aquellas reportadas para la zona (Blanco *et al.*, 2002, Schneider *et al.*, 2004). Esto además sumado a que el periodo de estudio fue realizado en un periodo en que el sector es azotado por continuas marejadas.

La estabilidad y homogeneidad de los distintos parámetros estudiados, temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y pH, en la columna de agua, nos indica un estado de mezcla, principalmente producto de las intensas marejadas que azotaron el sector, homogeneizando la columna de agua, lo cual es normal dentro del periodo de estudio.

Las masas de agua observadas en el área de estudio, correspondieron mayoritariamente a aguas Sub Antárticas (ASSA) y aguas Subtropicales (AST) las cuales son características de las zonas costeras del Norte de Chile.

Calidad del agua

La gran mayoría de los parámetros de calidad de agua evaluados en la campaña más reciente de línea de base marina (julio de 2014, invierno), presentaron concentraciones en el rango de lo informado para la estación control, inferiores a los valores referenciales entregados en la “Guía para el establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas”, e indicativas de que las aguas del área de estudio pueden ser clasificadas preferentemente en el rango de aguas de Calidad 1 o “muy buena calidad” (es decir, aptas para la protección de las comunidades acuáticas). Sólo el fluoruro superó el nivel Clase 2 de CONAMA (2005) o “buena calidad”, lo que indica un agua apta para el desarrollo de la acuicultura y actividades pesqueras extractivas.

Los sólidos sedimentables, hidrocarburos totales, aceites y grasas, sulfuros, cadmio, cromo VI, cromo, mercurio, plomo, manganeso y selenio fueron informados como bajo el límite de detección de la técnica analítica utilizada.

Al comparar la información disponible con respecto del promedio histórico de los monitoreos que Minera Centinela realiza en el sector desde enero de 2006 a la fecha, se pudo observar que los niveles de arsénico de la actual campaña disminuyeron notoriamente su concentración, al igual que para hierro y manganeso.

Considerando lo anteriormente expuesto, los niveles de la mayoría de los metales en la columna de agua se registraron dentro de los rangos observados para el sector. No han evidenciado cambios en las características de la masa de agua al ser comparados con estudios anteriores.

Calidad de los sedimentos

Las propiedades químicas de los fondos sedimentarios submareales evaluados en el presente estudio, proporciona antecedentes relevantes para el análisis y caracterización de la situación actual e histórica (estacional) de esta matriz ambiental. En cuanto a la caracterización actual, los resultados de la campaña de línea de base más reciente registraron concentraciones de metales con niveles preferentemente inferiores a los límites establecidos por los estándares internacionales consultados, y definidos como adecuados para la protección de la vida acuática marina, tal es el caso del cadmio, cromo total y hexavalente, plomo y zinc, los cuales mostraron concentraciones bajo el nivel de referencia de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) de Estados Unidos para su criterio TEL, que corresponde al nivel que asegura con un alto grado de confianza, que cualquiera de estos analitos no presenta una amenaza potencial para la fauna marina. Respecto de los niveles de arsénico registrados en la

presente línea de base marina, éstos presentaron concentraciones superiores a los límites TEL y ERL fijados por la US-NOAA, es decir, las actuales concentraciones de estos elementos representan niveles en el cual efectos biológicos ocurren ocasionalmente sobre las especies marinas. Las concentraciones de mercurio e hidrocarburo total estuvieron bajo el límite de detección de la técnica analítica empleada.

Las concentraciones de los analitos: arsénico, cadmio, cobre, cromo hexavalente, mercurio y plomo de la campaña más reciente (julio 2014), fueron inferiores a los promedios históricos de los monitoreos que Minera Centinela realiza en el sector desde enero de 2006 a la fecha. En cambio, los analitos cromo y zinc en la actual campaña superaron los promedios históricos de los monitoreos de Minera Centinela.

La alta heterogeneidad de las concentraciones medias informadas en los diferentes estudios de línea de base marina y los respectivos monitoreos del PVA desarrollados en el ámbito del Proyecto, no parece responder a un patrón claro o evidente de variabilidad estacional que permita asociar concentraciones máximas y/o mínimas a determinados periodos o estaciones del año, sino más bien estarían vinculadas a la variabilidad espacial discreta o en parches en la distribución de estos elementos en fondos sedimentarios submareales, condición que se encuentra profusamente documentada en la literatura técnica especializada.

Caracterización granulométrica de sedimentos

El ambiente sedimentario del área consistió principalmente en partículas de arena que fluctuaron entre arenas finas y arenas muy gruesas. Las estaciones ubicadas en los extremos del área de estudio presentaron los sedimentos más finos, mientras que las estaciones cercanas al muelle presentan sedimento de tipo arenas gruesas. El análisis de las muestras no contempla las estaciones CM-80 y CM-90, ya que por condiciones del sustrato encontrado in situ fue imposible obtener muestras de sedimento ya que el fondo estaba compuesto por roca sólida, extensión de la plataforma intermareal.

La composición de los sedimentos reportado anteriormente para las campañas de vigilancia ambiental de Minera Michilla en el sector aledaño a este estudio de línea de base (Minera Michilla 2010), ha sido predominantemente arenas medias y gruesas.

El estudio de línea base del medio marino de Minera Centinela (GAC, 2007), realizado en el sector de Michilla, demuestra que los fondos sedimentarios del área de estudio (sector del muelle mecanizado y áreas aledañas a este), se constituirían mayoritariamente por partículas gruesas, correspondientes a arenas, donde los sedimentos tipo gravas alcanzarían aportes importantes, mientras que las fracciones más finas (limo-arcillas) tuvieron un menor grado de representatividad (<10%). Con el presente estudio existe coincidencia en que las estaciones más periféricas (CM-100, CM-10) se constituirían de partículas finas, mientras que las demás estaciones dentro del área de la concesión de la minera fluctuarían entre sedimentos de arena

media a muy gruesa. Se sugiere entonces, que en sectores donde la hidrodinámica es menor da lugar a la sedimentación de partículas de menor diámetro. Complementario a esto se encuentra que los fondos rocosos se encuentran bancos de cholga que aportan conchuela a los sedimentos blandos, factor que también puede incidir en las características granulométricas del sector.

En comparación con la campaña 0 de Minera Centinela, realizada en el año 2009, la clasificación granulométrica de las estaciones son bastantes similares.

Por otra parte, la materia orgánica total estimada en el sector, fue moderada a baja, fluctuando entre 0,91% en las estaciones Control y CM-100 y 2,07% en la estación CM-20. Los valores de materia orgánica estimados en la campaña 0 de Minera Centinela (2009) son similares a los encontrados en la presente campaña de línea de base, con la excepción de la estación CM-70, en la cual el porcentaje de material orgánico cuadruplicó al encontrado en este estudio de línea de base, sin embargo las tendencias mostradas en la gráfica 9 revelan lo afirmado anteriormente.

Análisis de metales en tejido animal

Los resultados obtenidos en la presente campaña de línea de base marina respecto de las concentraciones de metales en tejido de moluscos, y su implicancia ambiental, mostraron un comportamiento diferencial en función del tipo de elemento o metal evaluado, que no se relaciona con un patrón de variabilidad estacional. Respecto de aquellos metales que presentaron niveles de referencia en la normativa nacional e internacional consultada en este estudio (As, Cd, Cu, Hg, Sb, Pb y Zn), solo el cobre y hierro evidenciaron niveles que sobrepasaron el límite máximo permisible establecido en el D.S. N° 977/1996 (Reglamento Sanitario de los Alimentos), siendo sobrepasado por el molusco gastrópodo *T. chocolate*, en el caso del cobre, y en todas las especies analizadas respecto al hierro.

Conociendo la situación anterior, desde el año 2009 Minera Centinela ha emprendido campañas de monitoreo, de acuerdo al compromiso ambiental que asumió con la autoridad, generando una base de datos de metales en organismos, que hasta antes de este año era inexistente para el sector. En este informe de resultados de línea de base, se evaluó el comportamiento de los metales presentes en las especies *Aulacomya ater*, *Choromytilus chorus*, *Concholepas concholepas* y *Thais chocolata* dando cuenta de que las concentraciones de estos metales traza se encuentran dentro de los rangos reportados para el sector, siendo los elementos Hierro, Zinc, Cobre, Arsénico y Antimonio los que presentaron en promedio las mayores concentraciones en todas las especies analizadas.

Por otra parte, se observó que de acuerdo al espectro trófico de los moluscos monitoreados en Michilla, la especie carnívora (locate) fue la que presentó, en su mayoría, las mayores concentraciones de metales en sus tejidos. En contraste con lo indicado por Araya (2004), se

puede decir que las presas para el loco, en el sector de Michilla, son más amplias que en Bahía Chañaral, ya que en coexistencia con cholga se encuentra el choro zapato (Avendaño & Cantillanez, 2001), ambos mitílidos afectados por altos contenidos de metales en sus tejidos blandos, lo que podría provocar las mayores concentraciones encontradas en los organismos carnívoros evaluados. Los metales más nocivos para el medio ambiente y para los organismos, tal como el Pb y Hg fueron los que presentaron las menores concentraciones, en todas las especies. El orden de dominancia de las concentraciones promedio de metales para todas las especies estudiadas en esta línea de base fue Fe>Zn>Cu>As>Sb>Cd>Mo>Bi>Ag>Au>Pb>Hg.

3.6. Medio Físico - Glaciares

Debido a la inexistencia de glaciares en el área de emplazamiento del Proyecto y su entorno, este componente no se considera dentro del área de influencia del Proyecto y por tanto no fue caracterizado en el contexto de la Línea de Base.

3.7. Ecosistemas Terrestres

3.7.1 Descripción y análisis del Suelo

3.7.1.1 Introducción

En el presente acápite se entrega la caracterización del componente Suelo, para el área de influencia definida en el Capítulo 2, de acuerdo a lo establecido en la Ley N° 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente y el Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental modificado a través del D.S. N° 40/2012.

Se tiene como objetivo principal caracterizar la edafología del área de influencia del Proyecto, interpretando y definiendo Clases de Capacidad de Uso, de acuerdo a datos bibliográficos y a información recaba en terreno.

3.7.1.2 Metodología

i. Clasificación de los suelos

Para realizar la caracterización de los tipos de suelo, la Guía de Evaluación Ambiental de suelos, 2011, recomienda utilizar la “Pauta Estudio de Suelo” del SAG, el cual mediante Clases de Capacidad de Uso, uniforma los criterios para la descripción y clasificación de los distintos tipos de suelo.

Según SAG, 2011, la Capacidad de Uso de los suelos, representa la habilidad de los suelos para ejecutar funciones, como la adaptabilidad a ciertos cultivos, sostener producción biológica y la vida de los organismos que de él se sustentan, lo cual se deriva del estudio de sus propiedades físicas y químicas, cumpliendo con los criterios de la pauta del SAG, y de la identificación de criterios biológicos, que en su conjunto permiten identificar la calidad de los suelos. En consecuencia, estas clases son un ordenamiento de los suelos existentes, que permiten señalar su relativa adaptabilidad a ciertos cultivos o predecir su potencial productivo, de acuerdo a los atributos críticos o limitantes que presente.

Así, el potencial productivo puede ser agrícola, forestal o para praderas, pero también, cuando no posee estas capacidades, su potencial puede estar radicado en la protección de hoyas hidrográficas (producción del recurso hídrico) o destinado a la vida silvestre.

Las Clases de Capacidad de Uso, son ocho, designadas con números romanos del I al VIII, ordenados según crecientes limitaciones. Se dividen en suelos arables desde la Clase I a la IV y no arables, desde la Clase V a la VIII (SAG, 2011).

La diferencia que se produce entre las Clases I a la IV, se debe a un aumento en las limitaciones del suelo en uno o más parámetros que restringen su uso e implican prácticas de manejo especiales para su conservación. Estos parámetros corresponden a profundidad del suelo, relieve y pendiente, permeabilidad y drenaje, texturas y/o estructuras, salinidad o sodicidad, clima, susceptibilidad a la erosión, entre otras.

Las Clases de Capacidad que van desde la V a la VII son suelos de uso limitado, generalmente no adaptadas para cultivos, excepto con grandes movimientos de tierras y/o continuos procesos de habilitación o recuperación, lo que implica un alto costo económico (en ocasiones, sólo pagado por cultivos rentables). Finalmente, los suelos Clase VIII no poseen valor agrícola, ganadero o forestal. Su uso está limitado solamente para la vida silvestre, recreación o protección de hoyas hidrográficas.

En la Tabla 3–74 se indica un resumen sobre las Clases de Capacidades de Uso (CCUS) y los niveles de productividad asociados (Ferreira, 2004).

Tabla 3–74: Clases de capacidad de uso y usos adecuados

CCUS	Aumento de la intensidad de uso ➔							
			Pastoreo		Cultivo			
	Vida silvestre y ecoturismo	Reforestación	Moderado	Intensivo	Restringido	Moderado	Intensivo	Muy intensivo
I	Apto para todos los usos. Para cultivo apenas exige prácticas de conservación							
II	Apto para todos los usos. Para cultivo exige prácticas de conservación simples							
III	Apto para todos los usos, prácticas más intensivas de conservación en el cultivo							
IV	Apto para varios usos, restricciones para algunos cultivos							
V	Apto para pastoreo, reforestación o desarrollo de vida silvestre							
VI	Apto para pastoreo extensivo, reforestación y vida silvestre							
VII	Apto para reforestación y vida silvestre, en general inadecuado para pastoreo							
VIII	Apto para conservación de vida silvestre o recreación, no apto para producción agrícola, pastoreo o material forestal							

Fuente: Ferreira (2004).

ii. Gabinete pre terreno

La etapa de gabinete inicial, corresponde a la identificación de los diferentes tipos de suelo asociados al área de influencia del Proyecto, mediante la recopilación de antecedentes

bibliográficos (geográficos, geomorfológicos y fisicoquímicos), y fotointerpretación de las unidades de suelo a una escala 1:25.000, que serán validadas en la siguiente etapa de terreno.

El área de influencia para este componente se define con la proyección de las obras asociadas al Proyecto, considerando para su determinación el área de establecimiento de las instalaciones y la existencia de caminos de acceso.

Para la identificación previa de unidades homogéneas de suelo²², se procede a fotointerpretar geomorfología o indicadores externos (pendientes, geoformas, hidrografía, exposición, vegetación, etc.) del área de influencia, sobre plataforma Google Earth® u otras imágenes digitales disponibles (escala 1:25.000) para la construcción de la cartografía base de suelos que será ocupada en la actividad de terreno.

Sobre dicha fotointerpretación de unidades, se realiza una estimación de las clases de capacidad de uso de suelos según la “Pauta Estudio de Suelo” del SAG (2011), considerando principalmente como criterio restrictivo de capacidad de uso: 1) la pendiente, 2) los sectores asociados a cursos de agua y 3) erosión distinguible.

Finalmente, se asignan puntos de observación sobre las unidades homogéneas de interés, identificada a escala adecuada, para el proceso de caracterización de la etapa de terreno. Es necesario destacar que las unidades homogéneas corresponden a un elemento reconocible, diferenciable y representable en un plano temático a una determinada escala. Esto significa, que sus características son evidentes por observación directa o por correlación de características y procesos formadores de suelos, como son la posición biogeográfica y fisiográfica en un contexto geológico, geomorfológico y de pedogénesis, los cuales pueden ser reconocibles mediante interpretación fotoedáfica, y no implican necesariamente, que para esta unidad se deba realizar una calicata u observación del perfil.

iii. **Campaña de terreno**

En la etapa de terreno se caracterizan las unidades homogéneas identificadas o fotointerpretadas en la etapa anterior y se validan los datos de los estudios existentes²³. Esta caracterización se realiza bajo la misma escala de fotointerpretación, suponiendo de esta forma que los puntos de observación asignados a cada unidad homogéneas son representativos de la misma.

²² Unidades homogéneas de suelo, corresponde a la unidad mínima identificable a una escala adecuada.

²³ En este último caso, y siempre que se requiera se complementarán los datos necesarios para determinar (y/o validar) con mayor exactitud las clases de capacidad de uso de las diferentes unidades.

La descripción del suelo, se desarrolla en base a aquellas características o atributos que sean necesarios para determinar la clase de capacidad de uso de una determinada unidad de suelo. De esta forma, la identificación inmediata del atributo crítico, puede determinar por sí solo la clase de capacidad de uso, independiente de que el resto de los atributos presenten características menos limitantes.

Los principales criterios que permiten la clasificación de capacidad de uso de los suelos, según SAG (2011), corresponden a características físicas y químicas del perfil del suelo y morfológicas del terreno, ordenadas descendientemente, según incidencia relativa sobre la clasificación, como sigue:

- Clase de profundidad (cm)
- Clase de pendiente (%)
- Clase de pedregosidad superficial (% de piedras y % de gravas).
- Clase y categoría de drenaje
- Clase textural
- Agua Aprovechable
- Clase y categoría de pedregosidad subsuperficial (%)
- Clase de erosión
- Clase de inundación
- Clase de salinidad
- Clases de Sodicidad/Alcalinidad

Para la caracterización de las Unidades Homogéneas, se identifica el punto de observación y se procede a caracterizar el suelo, mediante muestreos con barreno, realización de calicatas o en cortes de camino; obteniendo fotografías de la superficie y del perfil de suelo.

La prospección del terreno se realizó durante el mes de diciembre del 2011. La ubicación de los puntos de observación del suelo, donde se hicieron calicatas, está en la Tabla 3-78, y la Figura 3-69, Figura 3-70 y Figura 3-71. Mayor detalle respecto la descripción de los perfiles obtenidos con las calicatas, se encuentra en el Anexo 3-5.

iv. **Gabinete post terreno**

Esta etapa se compone de tabulación y ordenamiento de datos recopilados en terreno, descripción y análisis de resultados.

La descripción de los resultados y la proyección de los puntos de observación se analizan sobre ambiente SIG, en escala homogénea de 1:25.000, para comparar las clases de capacidad de uso estimadas en la primera etapa y validar o corregir las unidades homogéneas previamente identificadas.

3.7.1.3 Resultados

i. Contexto Edáfico

a) Edafología Regional: Suelos de la Zona Desértica (18°LS hasta 29°LS)

Sobre la base de las unidades cartográficas identificadas por Luzio y Alcayaga (1992), se distingue la agrupación de Suelos del desierto (Región de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta y Atacama), los cuales están ubicados entre el límite internacional con Perú y las cercanías de Copiapó. Dentro de esta zona es posible distinguir suelos de los órdenes Aridisoles (suelos poco evolucionados debido a la aridez, en regiones interiores), Entisoles (suelos recientes con poca evolución, preferentemente situados en la costa) e Histosoles (suelos derivados de tejidos vegetales), con un predominio de los suelos Aridisoles. En general corresponden a suelos delgados a moderadamente profundos (50 a 100 cm). En el sector costero los Entisoles son delgados y muy estratificados, pudiendo presentar una gran pedregosidad en el perfil debido a su origen coluvial (materiales provenientes de derrumbes). En el Valle Central los Aridisoles derivan de sedimentos gruesos y en los sectores más costeros y en la alta cordillera se ubican los salares, en donde se ha producido una fuerte sedimentación debido a la desaparición de lagos interiores, en consecuencia los suelos originados son muy estratificados y con altos tenores salinos y pH elevado. En el Altiplano existen suelos sin desarrollo, de texturas gruesas y muy delgados y suelos poco evolucionados derivados de materiales volcánicos. En la alta cordillera (sobre los 3.000 m de altitud) se encuentran los bofedales cuyos suelos son orgánicos (Histosoles) o minerales, muy estratificados, con altos contenidos de materia orgánica y elevada salinidad.

b) Edafología Local

El área de estudio del Proyecto comprende suelos que van desde la depresión intermedia hacia la costa de la Región de Antofagasta, y sus particularidades son las siguientes:

Suelos de la depresión intermedia

Según Luzio y Alcayaga (1992), los suelos de este sector se clasifican como Camborthids – Torriorthents, caracterizados por ser una extensa unidad correspondiente a una llanura desértica cuya altitud fluctúa entre 1.000 y 2.500 msnm. En esta área, asociados a los Torriorthents, se encuentran suelos más evolucionados, representados por Aridisols, con horizonte cámbico textural, estructural o de color (Camborthids). Estos suelos se han desarrollado a partir de sedimentos de texturas medias a gruesas y son delgados (< de 50 cm) a moderadamente profundos (50 a 100 cm). Los suelos más delgados, normalmente, corresponden al subgrupo Lithic.

Desde un punto de vista fisiográfico, estas áreas se caracterizan por presentar superficies ligeramente onduladas y erosionadas; además se observan sectores con costras duras de

sales, carbonatos o sílice. Una parte importante de este sector está ocupado por el Desierto de Atacama, considerado como el desierto de aridez continua más antiguo de la Tierra. No obstante, considerando que puedan existir situaciones puntuales que debieran evaluarse individualmente, los suelos que se encuentran en la depresión intermedia presentan un régimen de humedad arídico y un régimen de temperatura térmico (Luzio, 2010).

Suelos del sector costero

Según Luzio y Alcayaga (1992) se trata de suelos de desarrollo limitado, ya sea porque son delgados sobre roca, muy estratificados y no presentan horizontes evolucionados o porque tienen una gran pedregosidad a través del perfil por efecto de un origen coluvial. Se encuentran asociados a los sectores costeros y, fisiográficamente, ocupan sectores de la Cordillera de la Costa y áreas sedimentarias de terrazas marinas. Todos estos suelos se reúnen en el grupo de los Torriorthents.

Los suelos que se encuentran en estas áreas presentan un régimen de humedad arídico y un régimen de temperatura isotérmico.

La Cordillera de la Costa propiamente tal, está litológicamente formada por rocas sedimentarias marinas del Jurásico, con algunas intrusiones de rocas graníticas que varían entre granitos, granodioritas y gabros. Corresponde a una zona cuya cota superior no sobrepasa los 1000 msnm, siendo los rasgos más característicos del paisaje los acantilados, las formaciones coluviales, los valles con pequeños cursos de agua que llegan hasta el mar y una franja litoral, constituida por terrazas marinas de escasa magnitud y desarrollo (Luzio, 2010).

c) Edafología en el área de influencia del Proyecto

Según USDA (2005), los suelos del área de influencia del Proyecto (en todos sus sectores) corresponden a los órdenes Entisols y Aridisols.

Según Honorato (2000), el orden Entisol corresponde a suelos que carecen de horizontes bien desarrollados. Son suelos jóvenes que no han tenido tiempo de desarrollarse o bien viejos, en sentido geológico, pero que no han desarrollado horizontes por corresponder a materiales resistentes a la meteorización. El mismo autor define el Orden Aridisol como suelos formados en regiones áridas y desérticas, con un limitado cambio en el material parental debido a la baja intensidad climática. Permanecen secos por períodos prolongados y con escasa vegetación. Normalmente se encuentran cantidades altas de sales, especialmente carbonatos. A menudo desarrollan horizontes de acumulación de sales, endurecidos y cementados.

d) Erosión Actual y Potencial

El Proyecto y sus obras se inserta en las comunas de Mejillones, María Elena y Sierra Gorda, Provincias de Tocopilla y Antofagasta, Región de Antofagasta. Para estas comunas, CIREN

(2010), presenta las superficies que presentan algún grado de erosión actualmente (Tabla 3–75).

Tabla 3–75: Erosión actual estimada a 2010, comunas de Mejillones, María Elena y Sierra Gorda

Comuna	Baja o Nula (Ha)	Moderada (Ha)	Severa (Ha)	Muy Severa (Ha)	Otras Categorías (Ha)	Superficie Total (Ha)
Mejillones	212.358	63.556	40.839	24.578	16.038	357.369
	59.4%	17.8%	11.4%	6.9%	4.5%	100%
María Elena	950.145	77.212	40.294	19.573	155.033	1.242.257
	76.5%	6.2%	3.2%	1.6%	12.5%	100%
Sierra Gorda	1.106.547	106.713	37.978	7.671	29.398	1.288.307
	85.9%	8.3%	2.9%	0.6%	2.3%	100%

Fuente: CIREN, 2010.

En cuanto al riesgo de erosión potencial, este estudio indica que estas tres comunas presentan, al año 2010, erosión potencial entre moderada y muy severa que en conjunto corresponde a 418 mil hectáreas aproximadamente, siendo la comuna de Mejillones la más susceptible, en cuanto a que presenta mayor superficie con riesgo severo y muy severo.

Tabla 3–76: Erosión potencial estimada a 2010, comunas de Mejillones, María Elena y Sierra Gorda

Comuna	Baja o Nula (Ha)	Moderada (Ha)	Severa (Ha)	Muy Severa (Ha)	Otras Categorías (Ha)	Superficie Total (Ha)
Mejillones	212.332	63.590	40.838	24.576	16.033	357.369
	59.4%	17.8%	11.4%	6.9%	4.5%	100%
María Elena	949.806	77.425	40.367	19.573	155.087	1.242.257
	76.5%	6.2%	3.2%	1.6%	12.5%	100%
Sierra Gorda	1.106.540	106.716	37.977	7.671	29.403	1.288.307
	85.9%	8.3%	2.9%	0.6%	2.3%	100%

Fuente: CIREN, 2010.

Adicionalmente, de acuerdo con la información espacial de erosividad y erodabilidad del estudio de CONAMA (2002a y 2000b), el área de estudio se ubicaría en un sector de erosividad muy baja y erodabilidad baja para un 98.7% del área de estudio, el porcentaje restante se divide en erodabilidad muy alta 0.4% y alta 0.9% de la superficie de estudio.

ii. **Estudio Agrológico: Descripción y análisis del Suelo**

a) **Validación en terreno**

El estudio realizado durante diciembre del 2011, ubicado entre la Depresión Central del Desierto de Atacama y la Costa, consistió en hacer las descripciones de las unidades homogéneas (UH) previamente descritas.

El estudio de validación en terreno, se realizó mediante la asignación de puntos sobre las unidades homogéneas de suelos.

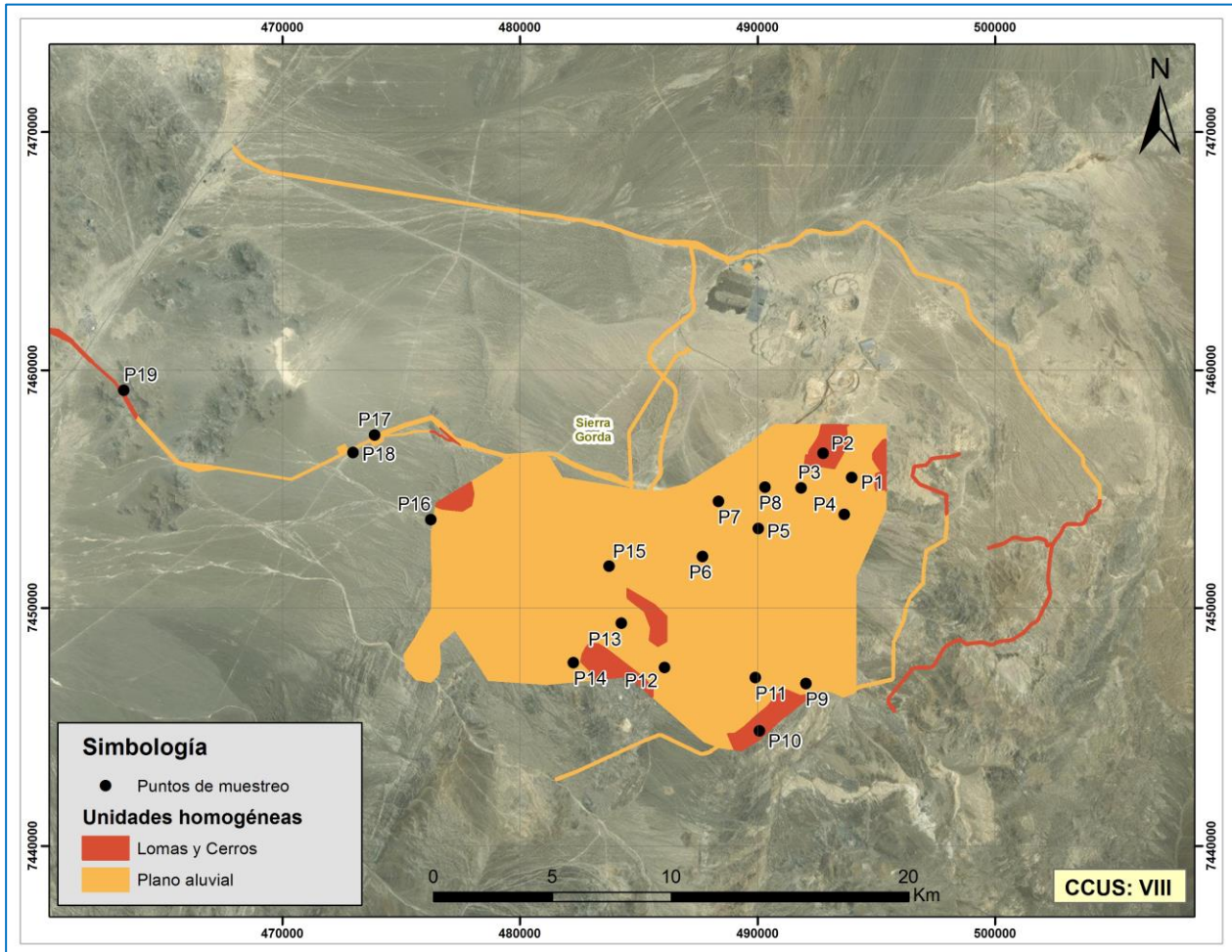
Posteriormente, se analizan las descripciones tomadas en terreno, para generar la correlación con las UH y determinar las Clases de Capacidad de Uso.

b) **Clasificaciones interpretativas**

Las unidades de suelo del área de estudio, se identificaron y validaron de acuerdo a características fotointerpretadas y recopilación de datos en terreno. Posterior al análisis de las descripciones, se identificaron 4 unidades referenciales (Figura 3-69 a Figura 3-71):

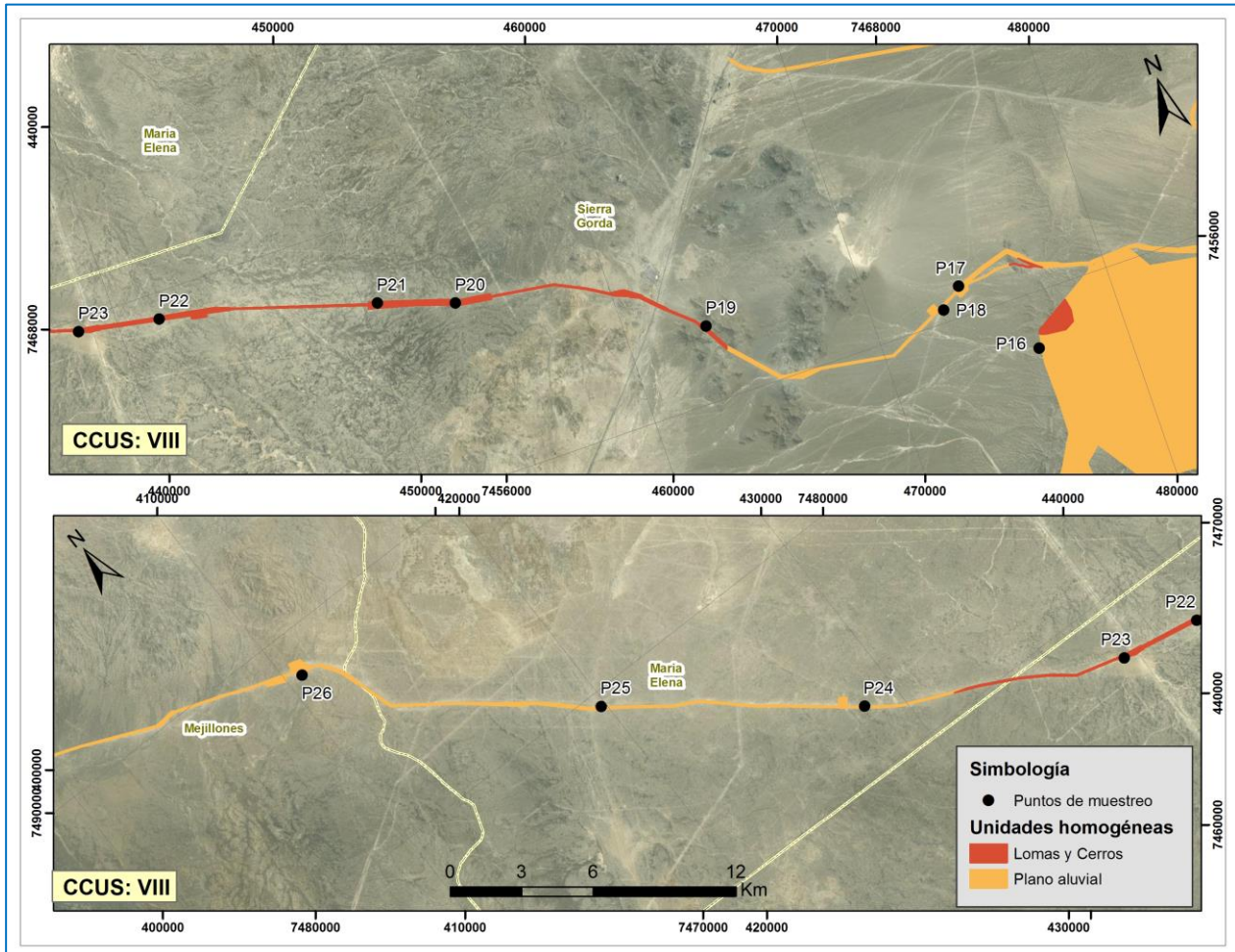
- Plano Aluvial
- Cerros
- Coluvio (talud costa)
- Terraza litoral

Figura 3-69: Clasificación Interpretativa de las unidades homogéneas del Sector Mina-Planta



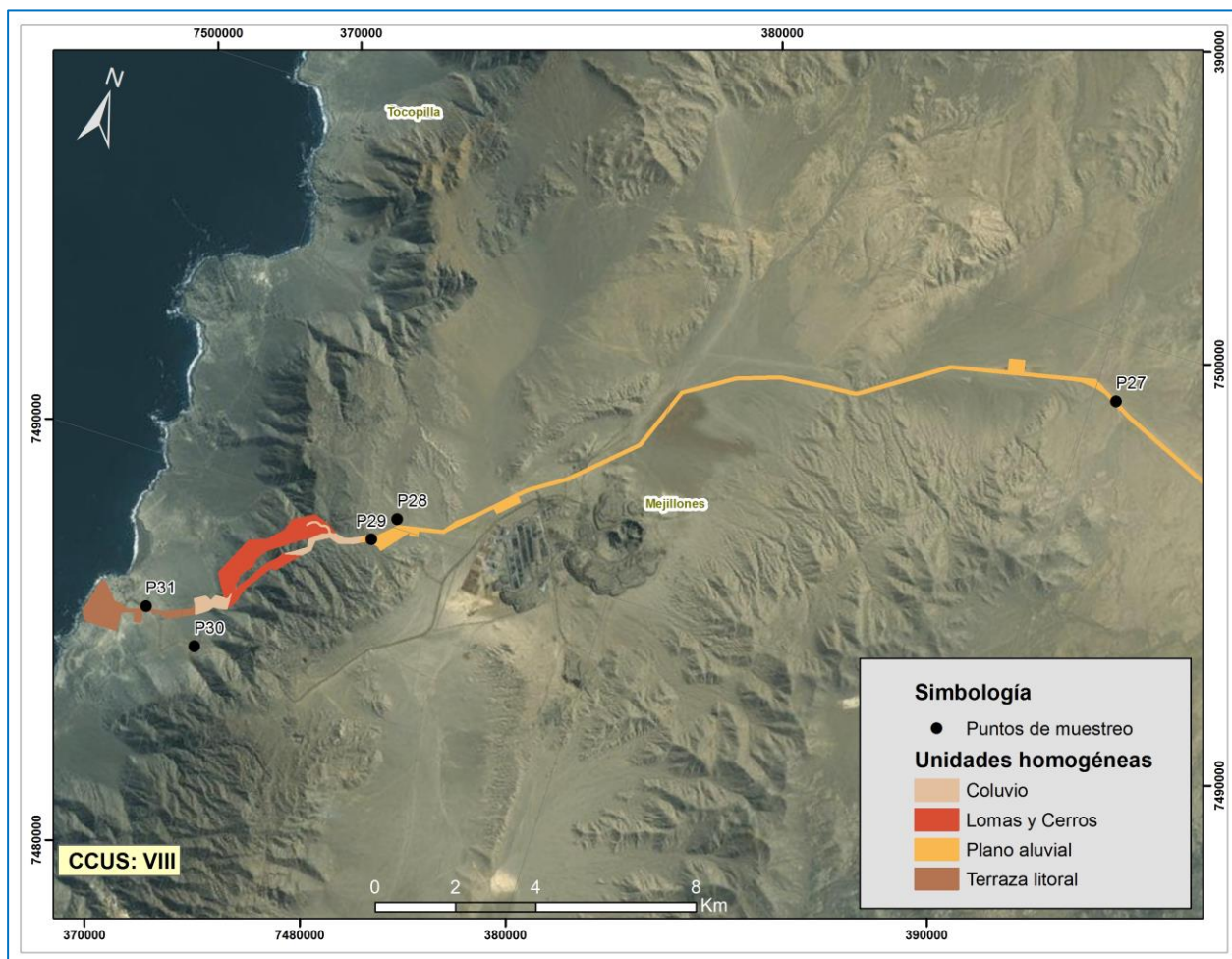
Fuente: Elaboración propia.

Figura 3-70: Clasificación Interpretativa de las unidades homogéneas del Sector Ductos



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3-71: Clasificación Interpretativa de las unidades homogéneas del Sectores Ductos y Muelle



Fuente: Elaboración propia.

Plano Aluvial, representado por los perfiles p1, p2, p3, p4, p6, p9, p10, p11, p12, p13, p14, p15, p16, p17, p18, p19, p20, p21, p23, p24, p25, p26, p27, p28, p29 que corresponde a un suelo muy delgado, prácticamente sin edafogénesis, originado en depósitos aluvio-coluviales del Terciario, en posición de plano inclinado con pendiente de 1 a 8%. Presentan una secuencia de horizontes $CA_{xz}-C_{xz}$, de texturas gruesas, acumulación de sales desde la superficie, conformando un fragipán, soluble en agua, sin reacción al HCl y acumulaciones de sales en líneas continuas a profundidades de 5 a 15 cm desde la superficie.

Esta unidad presenta una variable descrita por los puntos 6 y 17 en que el plano aluvial inclinado remanente se encuentra muy disectado por erosión hídrica relictica, que le confiere una topografía compleja de lomajes con caídas y escarpes de hasta 50%.

Cerros, representado por los perfiles p5, p18 y puntos de observación p12, p18, p21, p30, es un suelo muy delgado, en posición de ladera de cerro, con pendientes complejas de más de 20%. Presenta afloramientos rocosos escasos, una secuencia de horizontes de tipo CA_z-R, o CA_z-C_{xz}-R, CA_{xz}-C_{tz}, dependiendo de la presencia de un fragipán salino.

Coluvio representado por el perfil p28 y p29 corresponden a un depósito aluvio-coluvial caótico, muy profundo. Corresponden a suelos con secuencia de horizontes de tipo AC-C, en posición de lomajes o en las laderas de cerros del flanco oriental y occidental de la Cordillera de la Costa.

Terraza litoral, representada por los puntos p 30 y p31, corresponde a suelo con secuencia de horizontes A-C_r Formados a partir de depósitos de materiales marinos.

En todos los sectores, la superficie se encuentra cubierta por pavimento del desierto, indicando una deflación permanente; así mismo, se observan líneas de escurrimientos asociadas a formas de erosión hídrica, preferentemente de surcos relictos, aunque algunos pueden activarse en eventos de lluvias ocasionales de gran intensidad.

De acuerdo con las descripciones de terreno, en la Tabla 3-77 se indican las clasificaciones de los pedones identificados en el área de estudio. Las principales limitantes son: elevada salinidad, texturas gruesas, abundante pedregosidad y en algunos casos pendientes elevadas.

Tabla 3-77: Clasificaciones de los pedones identificados

Capacidad de uso	VIII	Clase de drenaje	6
Categoría de riego	6	Aptitud frutal	E
Erosión	0	Aptitud agrícola o forestal	8

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 3-78 se presenta un resumen de los sitios de caracterización, que permite asociar la caracterización de las unidades homogéneas identificadas en el área de estudio con los puntos georreferenciados de validación (Calicatas).

Tabla 3-78: Tabla resumen de sitios de observación de suelo

Punto	Coordenadas UtM Datum WGS 84		Pendiente	Observación	Sector
	Este	Norte			
1	493.970	7.455.491	1-3%	Abanico aluvial	Mina-Planta
2	492.755	7.456.504	30%	Ladera de cerro	Mina-Planta

Punto	Coordenadas UTM Datum WGS 84		Pendiente	Observación	Sector
	Este	Norte			
3	491.837	7.455.047	8 -10%	Abanico aluvial	Mina-Planta
4	493.658	7.453.942	1-3%	Abanico aluvial	Mina-Planta
5	490.034	7.453.340	1-3%	Abanico aluvial	Mina-Planta
6	487.693	7.452.175	15-20%	Abanico aluvial	Mina-Planta
7	488.355	7.454.487	3-5%	Abanico aluvial	Mina-Planta
8	490.317	7.455.080	1-3%	Abanico aluvial	Mina-Planta
9	492.033	7.446.832	15%	Abanico aluvial	Mina-Planta
10	490.087	7.444.838	30-40%	Ladera de cerro	Mina-Planta
11	489.909	7.447.073	20-30%	Abanico aluvial	Mina-Planta
12	486.082	7.447.501	30-50%	Abanico aluvial	Mina-Planta
13	484.266	7.449.358	30-50%	Ladera de cerro	Mina-Planta
14	482.245	7.447.704	Compuesta 30-50%	Abanico aluvial	Mina-Planta
15	483.751	7.451.762	Compuesta 20-30%	Abanico aluvial	Mina-Planta
16	476.246	7.453.714	Compuesta 20-30%	Abanico aluvial	Mina-Planta
17	473.889	7.457.271	0-3%	Abanico aluvial	Ductos
18	472.970	7.456.539	5-8%	Abanico aluvial	Ductos
19	463.321	7.459.149	30-50%	Ladera de cerro	Ductos
20	453.688	7.463.493	Compuesta 20-30%	Ladera de cerro	Ductos
21	450.585	7.464.566	8-15%	Abanico aluvial	Ductos
22	441.717	7.466.918	0-3 %	Abanico aluvial	Ductos
23	438.344	7.467.527	0%	Abanico aluvial	Ductos
24	428.488	7.472.636	3-5%	Abanico aluvial	Ductos
25	419.767	7.479.425	5-7%	Abanico aluvial	Ductos
26	410.675	7.488.171	5-8%	Abanico aluvial	Ductos
27	390.593	7.498.463	20-30%	Abanico aluvial	Ductos
28	374.408	7.490.216	20-30%	Talud cerro	Ductos
29	373.946	7.489.539	30-50%	Talud cerro	Ductos
30	370.550	7.486.626	30-50%	Talud cerro	Ductos
31	369.095	7.486.250	1-3%	Terraza Litoral	Muelle

Fuente: Elaboración propia.

c) Unidades Homogéneas

En la Tabla 3–79 se indican las superficies asociadas a cada unidad homogénea de suelo identificada en el área de estudio, según Clase de Capacidad de uso.

Tabla 3–79: Superficies de Unidades Homogéneas identificadas para el área de influencia

Unidad Homogénea (UH)	CCUS	Superficie por UH (ha)	Superficie total (ha)
Terraza litoral	VIII	109,64	24.775,76
Plano aluvial		22247,50	
Coluvio		48,82	
Lomas y Cerros		2370,81	

Fuente: Elaboración propia.

iii. Caracterización de las Unidades

De acuerdo con las descripciones de terreno se realiza la caracterización edáfica de las calicatas asociadas a las Unidades Homogéneas identificadas en el área de estudio. El detalle de esta caracterización se encuentra adjunto en el Anexo 3-5.

3.7.1.4 Conclusiones

En términos generales, los suelos identificados en el área de estudio corresponden a los órdenes Entisols y Aridisols. Los Aridisols son suelos de regiones desérticas, áridas y semiáridas cuya característica esencial es tener un déficit de humedad permanente o casi permanente. Debido a esta escasez de humedad, algunos suelos que pertenecen a esta clase, tienen exceso de sales y/o de sodio que pueden limitar seriamente el crecimiento de los cultivos. Los Entisols son suelos de desarrollo muy limitado, que provienen de depósitos aluviales recientes, o son suelos muy delgados sobre roca, o suelos delgados en pendientes fuertes, o dunas estabilizadas con escasa acumulación de materia orgánica.

Todos los suelos identificados presentan clase de capacidad de uso VIII, a causa de clases texturales gruesas, elevada pedregosidad y escasa capacidad de retención de agua, además de rasgos como fragipanes salinos y otras limitantes para el desarrollo de cultivos y actividades forestales. A los criterios anteriores se suman el clima desfavorable, problemas de drenaje, salinidad y/o capas subsuperficiales que impiden el desarrollo radicular de especies de mayor enraizamiento. Dichas características provocan estos suelos tengan desde muy baja a nula cobertura vegetal, presentando individuos aislados en gran parte del área o asociados a aguas salobres, lo que no permite generar horizontes orgánicos y expone al suelo a procesos erosivos.

En todos los sectores, la superficie se encuentra cubierta por pavimento del desierto, indicando una deflación permanente. Así mismo, se observan líneas de escurrimientos asociadas a formas de erosión hídrica, preferentemente de surcos relictos, aunque algunos pueden activarse en eventos de lluvias ocasionales de gran intensidad.

3.7.2 Plantas (Flora y Vegetación)

3.7.2.1 Introducción

En el presente acápite se entrega la caracterización del componente Flora y Vegetación, para el área de influencia definida en el Capítulo 2, de acuerdo a lo establecido en la Ley N° 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente y el Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental modificado a través del D.S. N° 40/2012.

3.7.2.2 Metodología

i. Recopilación de Información Cartográfica

Con el objeto de enmarcar el proyecto en un contexto fitogeográfico, lo que permite reconocer la vegetación potencial del área, se recopiló y analizó la información proveniente de dos sistemas de clasificación de la vegetación. Estas son:

- La Cartografía de Vegetación Natural de Chile, Clasificación y distribución geográfica (Gajardo, 1993).
- Cartografía de Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile (Luebert y Pliscoff, 2006).

Asimismo, y para realizar la caracterización de la vegetación del área de estudio, se seleccionaron imágenes satelitales disponibles (Google Earth®) como apoyo para la diferenciación de las unidades vegetacionales identificadas.

ii. Interpretación de Imágenes

Se realizó la interpretación de las imágenes, de manera de segregar, de acuerdo a patrones morfológicos, de textura, color y tono, diferentes áreas y unidades reconocibles, teniendo presente el tamaño de la unidad mínima cartografiada, con el objeto de segregar unidades cartográficas homogéneas adecuadas a la escala de trabajo.

Al final de esta etapa se obtuvo una cobertura inicial de polígonos correspondiente a unidades cartográficas homogéneas.

iii. Descripción de las unidades en terreno

Con el objeto de capturar las eventuales variaciones estacionales de la flora y su manifestación en la vegetación se realizaron diversas campañas de terreno, para los sectores de Mina-Planta, Ductos y Muelle, como se observa en la Tabla 3–80.

Tabla 3–80: Campañas y épocas de muestreo realizado en el área del Proyecto

N°	Fecha Campaña	Época	Sector muestreado
1	16 a 19 de agosto de 2010	Invierno - primavera	Toda el área del Proyecto (*)(**)
2	3 a 6 de enero de 2011	Verano	Toda el área del Proyecto (**)
3	22 a 24 de agosto de 2011	Invierno - primavera	Toda el área del Proyecto (**)
4	4 a 5 de octubre de 2012	Primavera	Sector Mina-Planta, y alternativa Ruta B-229 y B-233
5	18 de febrero a 1 de marzo de 2013	Verano	Toda el área del Proyecto (**)
6	1 a 3 de mayo de 2013	Otoño	Sector Mina-Planta
7	4 a 6 de junio de 2013	Otoño - invierno	Sector Mina-Planta, zona de empréstitos
8	27 a 29 de noviembre de 2013	Primavera	Sector Mina-Planta, zona de empréstitos
9	18 a 21 de agosto de 2014	Invierno	Sector Mina-Planta, y en este alternativa Ruta B-229 y B-233, zona de empréstitos. Y Sector Ductos
10	1 a 2 de diciembre de 2014	Primavera	Sector Mina-Planta, alternativa Ruta B-229 y B-233 y canal de contorno

(*) Recorrido de toda el área del Proyecto y reconocimiento de singularidades asociadas al componente.

(**) Área de influencia del Proyecto en Sector Mina-Planta, Sector Ductos y Sector Muelle.

Fuente: Elaboración propia.

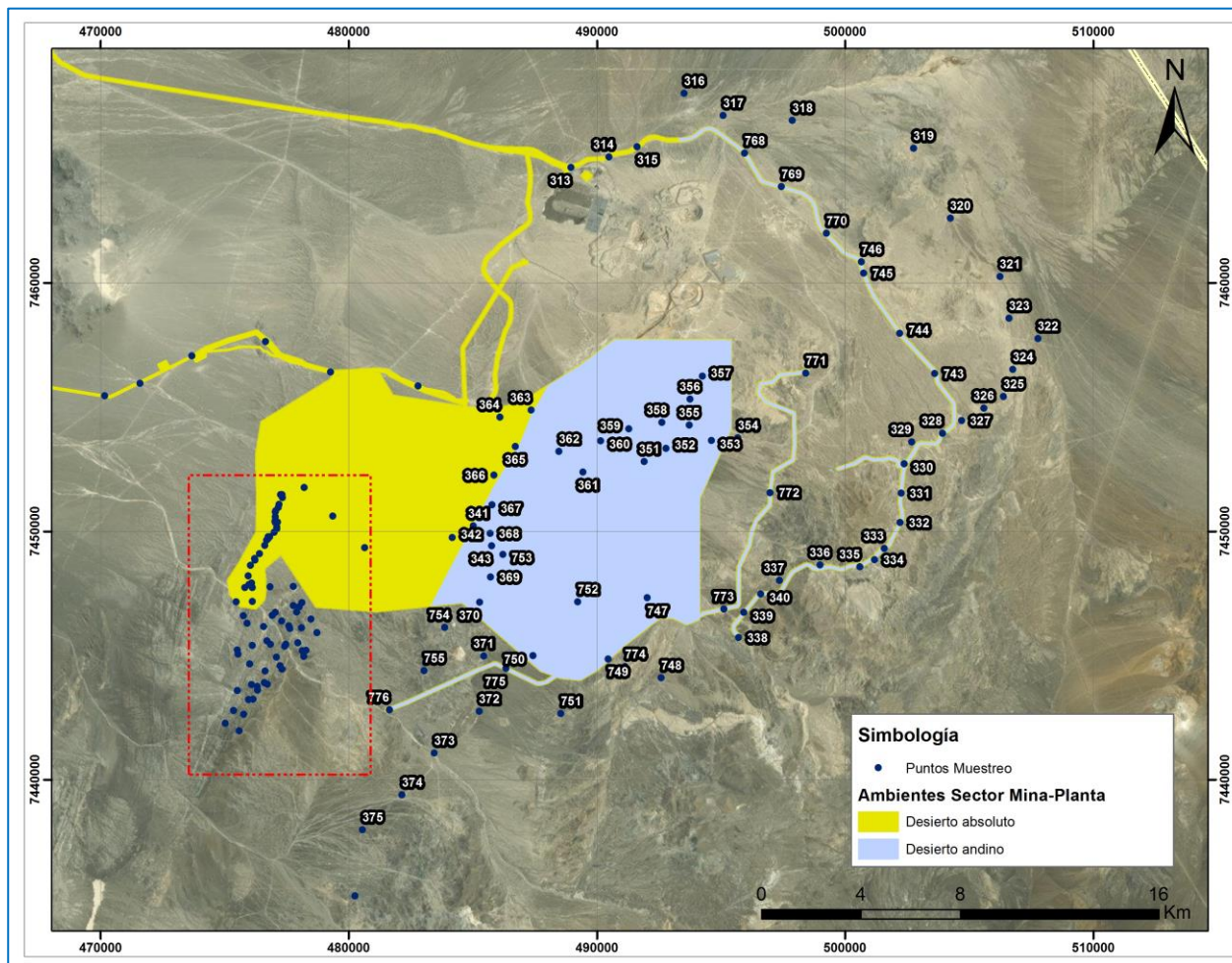
Previo a las campañas de terreno, se realizó la fotointerpretación del área del Proyecto, donde se utilizó información bibliográfica obtenida de los EIA El Tesoro, Esperanza y Óxidos Encuentro con el objetivo de identificar la vegetación presente en el Proyecto y los sectores que lo definen.

Durante las primeras tres campañas se recorrieron las zonas diferenciadas en la fotointerpretación, identificando las áreas con presencia de vegetación, describiendo las características vegetacionales de cada unidad en función del tipo de estructura (matorral, pradera, etc.) y del (o los) tipo(s) biológico(s) dominante(s).

Cabe mencionar que el área de estudio inicialmente se consideró en función al área de influencia del Proyecto. Luego, esta fue variando conforme se fueron generando cambios y/o acotaciones en la ingeniería del Proyecto. Por lo anterior, el área de estudio cubre un área mayor que el área de influencia del Proyecto, y se optó por mantener los puntos de muestreo que quedarán fuera del área de influencia con el objetivo de entregar la mayor cantidad de información posible con respecto al componente flora y vegetación en el área del Proyecto.

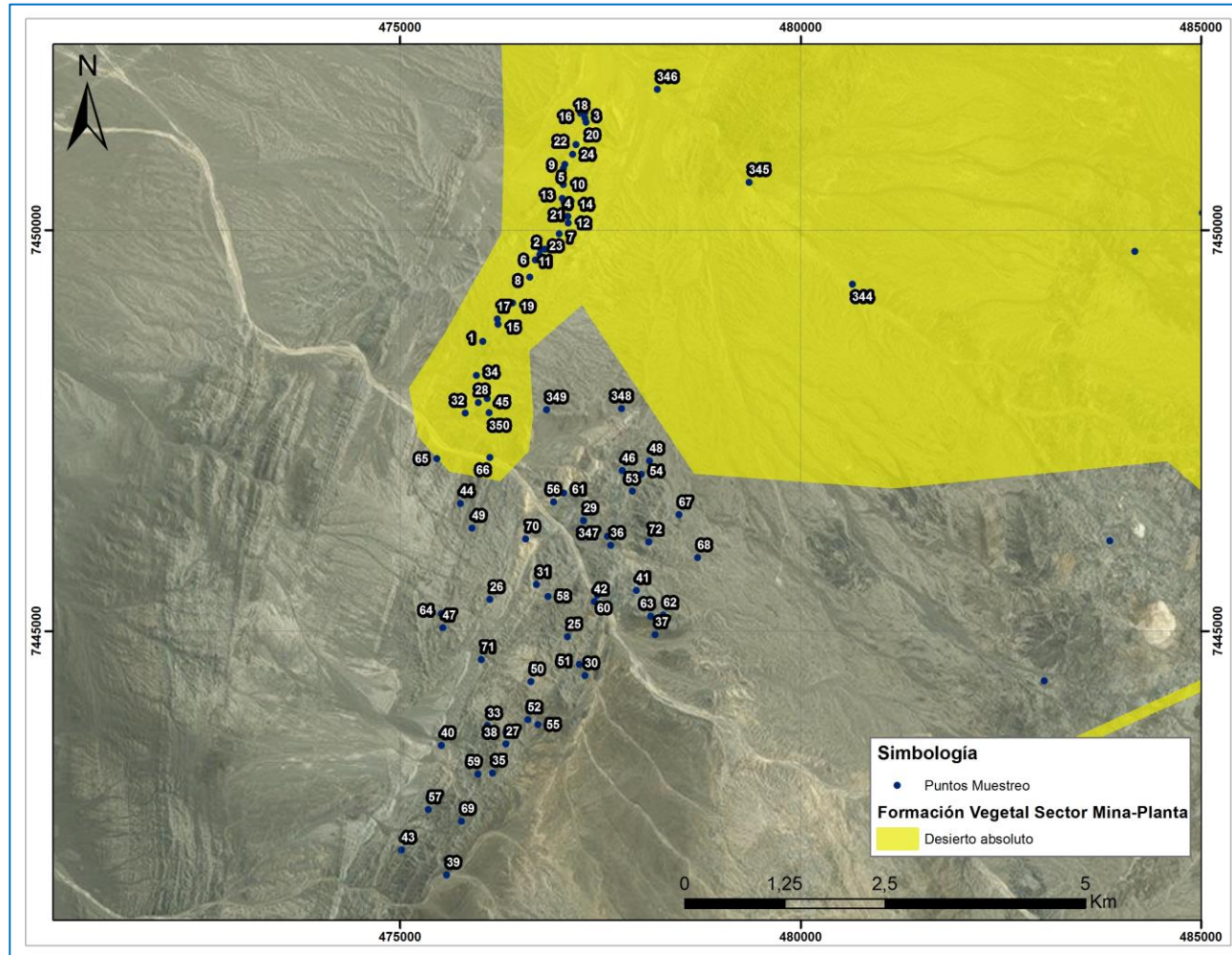
Se muestra continuación el esfuerzo de muestreo realizado para todos los sectores del Proyecto (Figura 3-72 a Figura 3-77). El detalle en coordenadas se entrega en el Anexo 3-6.

Figura 3-72: Puntos de muestreo campañas Flora y Vegetación, Sector Mina-Planta (1)



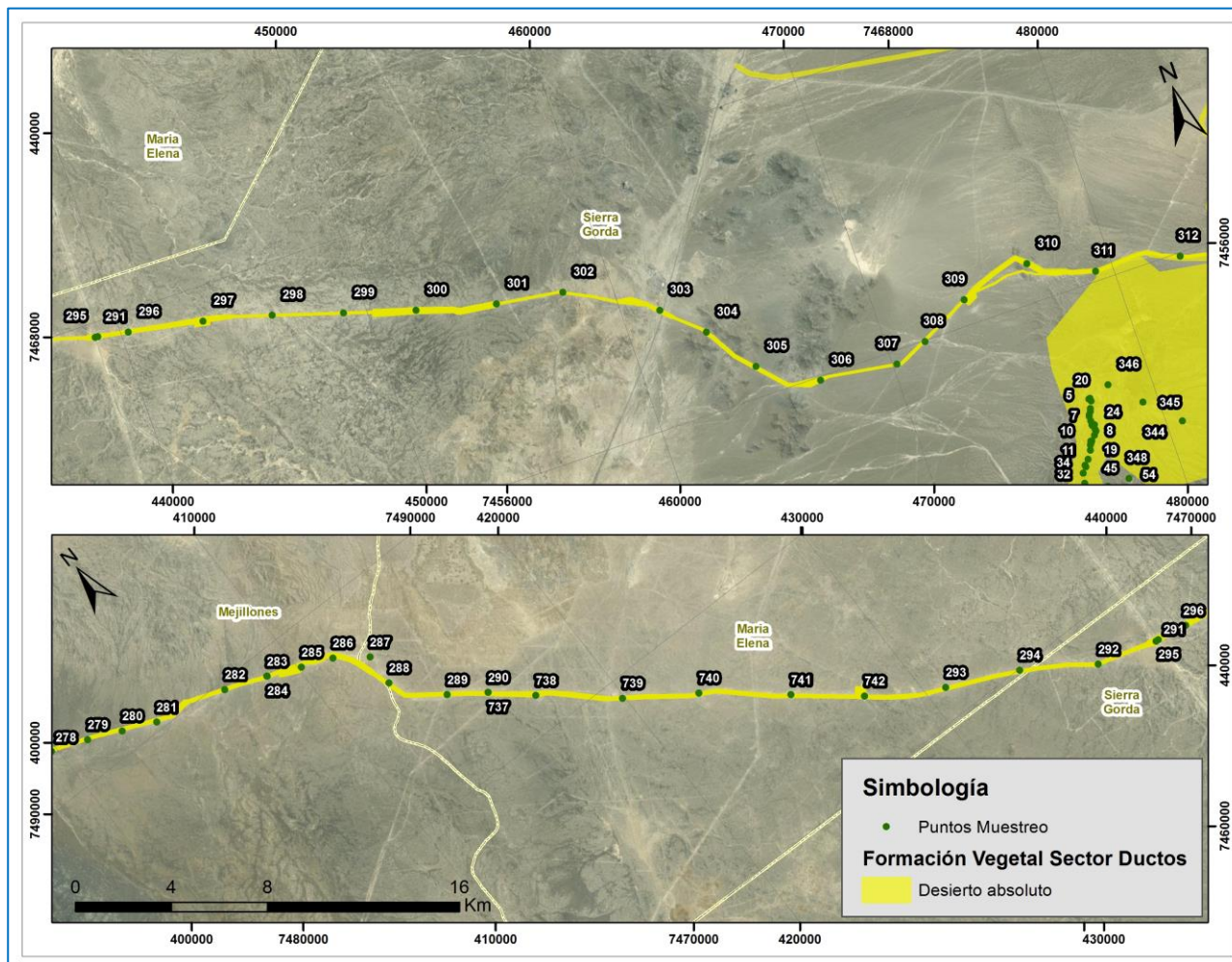
Fuente: Elaboración propia.

Figura 3-73: Puntos de muestreo campañas Flora y Vegetación, Sector Mina-Planta (2), zona empréstos



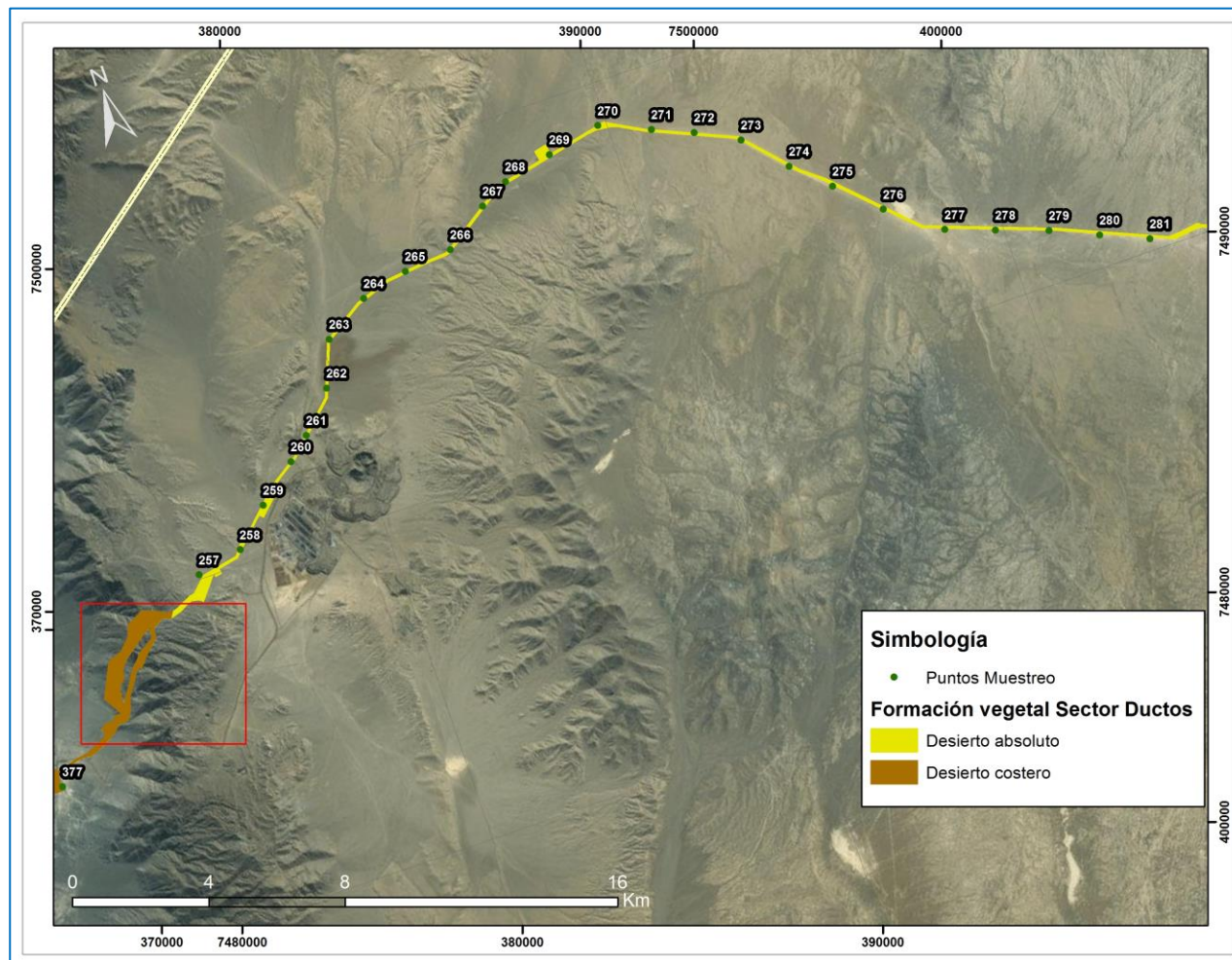
Fuente: Elaboración propia.

Figura 3-74: Puntos de muestreo campañas Flora y Vegetación, Sector Ductos (1)



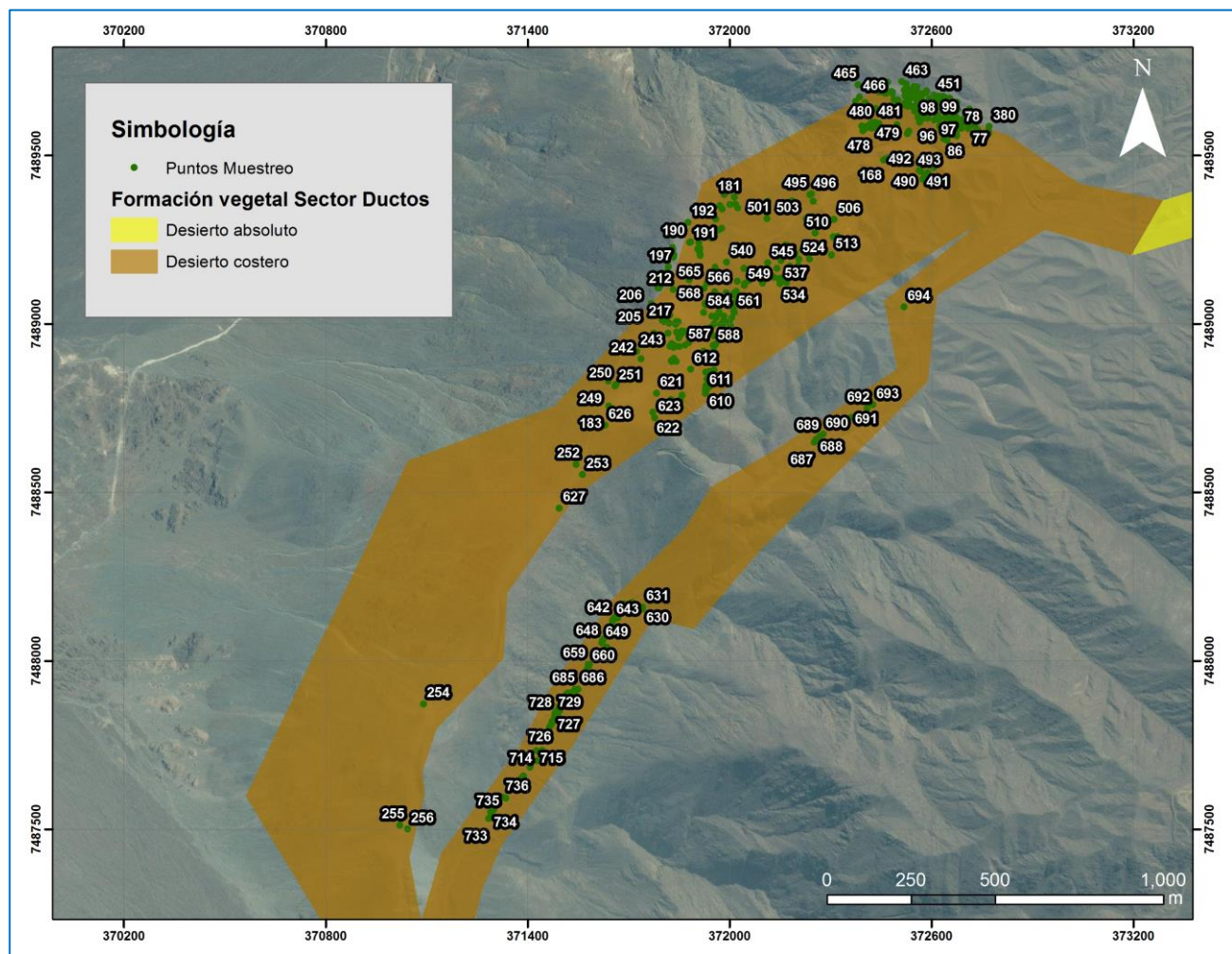
Fuente: Elaboración propia.

Figura 3-75: Puntos de muestreo campañas Flora y Vegetación, Sector Ductos (2)



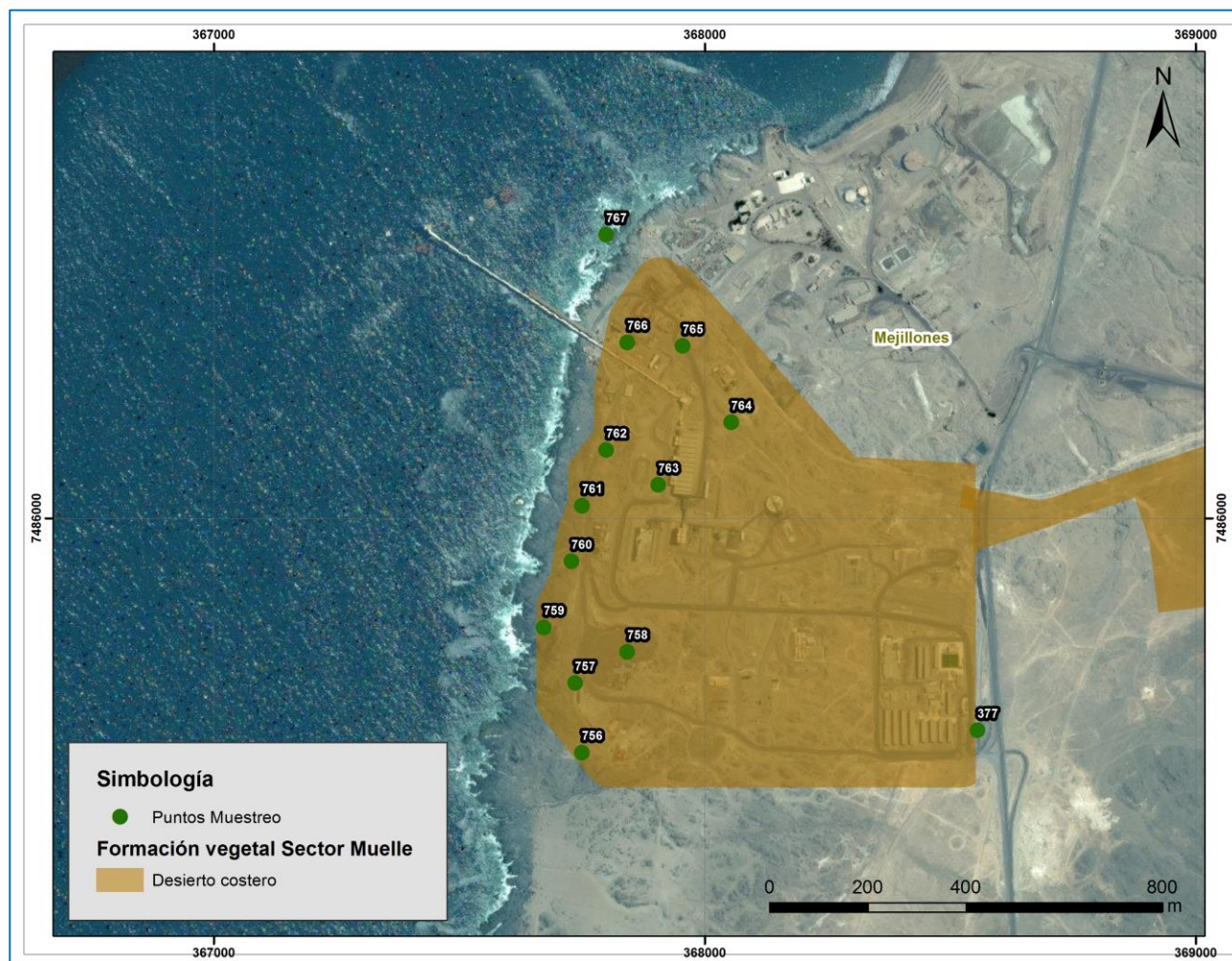
Fuente: Elaboración propia.

Figura 3-76: Puntos de muestreo campañas Flora y Vegetación, Sector Ductos (3), Quebrada del Diablo



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3-77: Puntos de muestreo campañas Flora y Vegetación, Sector Muelle



Fuente: Elaboración propia.

Para esta caracterización se siguió la metodología de la Carta de Ocupación de Tierras desarrollada originalmente por el Centre d'Études Phytosociologiques et Ecologiques Louis Emberger, del CNRS de Montpellier, Francia (Godron *et al.*, 1968; Long, 1974), adaptada al caso chileno por Etienne y Prado (1982) y, posteriormente, modificado por el equipo ejecutor del proyecto conocido como Catastro de Bosque Nativo (CONAF-CONAMA-BIRF, 1997), que permite, básicamente, describir la vegetación a través de variables cualitativas y cuantitativas y, en forma sistemática, definir el estado actual de la vegetación, en función del tipo vegetal dominante y la cobertura por tipo biológico.

Para la denominación de los tipos de vegetación se ha seguido la nomenclatura empleada por el Catastro (CONAF-CONAMA-BIRF, op. cit.). Adicionalmente –y con el objeto de definir un criterio relativo al grado de alteración de una determinada área– se ha reordenado la clasificación de manera de reconocer el origen de una determinada cobertura (Tabla 3–81).

Tabla 3–81: Criterios de Clasificación de la Vegetación (uso actual del suelo)

Grado de Intervención	Uso Actual del Suelo		Cobertura por Tipo Biológico (%)			
	Cobertura Actual	Densidad	Arboles	Arbustos	Hierbas	Suculentas
Ambientes modificados	Área Urbana	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	Área Industrial	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	Casas, Galpones, Campamentos y Canteras.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	Vías (Caminos, Carreteras, Vías Férreas, etc.)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	Parques, Jardines, Campos Deportivos	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Ambientes intervenidos	Agrícola (Frutales)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	Agrícola (Rotación Cultivo/Pradera)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	Praderas Artificiales	n.a.	<10%	<10%	> 10%	<10%
	Plantación de arbustos	n.a.	<10%	> 10%	> 10%	<10%
	Plantación Forestal	n.a.	> 10%	> 10%	> 10%	> 10%
	Bosque Mixto	Muy Abierto	10-25%	0 – 100%	0 – 100%	<10%
		Abierto	25-50%	0 – 100%	0 – 100%	<10%
		Semidenso	50%-75%	0 – 100%	0 – 100%	<10%
Denso		75-100%	0 – 100%	0 – 100%	<10%	
Ambientes Naturales	Pradera	n.a.	<10%	<10%	>10%	<10%
	Matorral	Muy Abierto	<10%	10-25%	0 – 100%	<10%
		Abierto	<10%	25-50%	0 – 100%	<10%
		Semidenso	<10%	50%-75%	0 – 100%	<10%
		Denso	<10%	75-100%	0 – 100%	<10%
	Matorral con Suculentas	Muy Abierto	<10%	10-25%	0 – 100%	>10%
		Abierto	<10%	25-50%	0 – 100%	>10%
		Semidenso	<10%	50%-75%	0 – 100%	>10%
Denso		<10%	75-100%	0 – 100%	>10%	

Grado de Intervención	Uso Actual del Suelo		Cobertura por Tipo Biológico (%)			
	Cobertura Actual	Densidad	Arboles	Arbustos	Hierbas	Suculentas
Bosque Nativo		Muy Abierto	10-25%	0 – 100%	0 – 100%	<10%
		Abierto	25-50%	0 – 100%	0 – 100%	<10%
		Semidenso	50%-75%	0 – 100%	0 – 100%	<10%
		Denso	75-100%	0 – 100%	0 – 100%	<10%
	Formación de Suculentas		<10%	<10%	<10%	>10%
	Humedal (Turberas, Bofedales, Vegas, Pajonales, Marismas, etc.)		n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	Sin Vegetación (Desiertos, Altas cumbres, Nieves, Glaciares, Derrumbes, Deslizamientos, Conos aluviales, lechos de río, etc.)		n.a.	<5%	<5%	<5%

n.a.: No Aplica. Fuente: Modificado de CONAF-CONAMA-BIRF, 1997.

iv. Levantamiento de Flora

Durante la campaña de terreno, en forma paralela al levantamiento de vegetación, y para la determinación de las especies de flora presentes en el área de influencia del Proyecto, se recorrió la zona reconociendo y registrando todas las especies encontradas, colectando –en herbario y fotográficamente– muestras de las especies de dudosa clasificación en terreno, para consultar en gabinete al análisis experto y la bibliografía disponible.

Además de este levantamiento general, en el caso de establecerse formaciones vegetacionales, se establecen inventarios florísticos, registrando la importancia sociológica de cada especie en la formación utilizando una escala adaptada de la tradicional metodología de cobertura y abundancia de Braun-Blanquet (citado en Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974; Mateucci y Colma, 1982) (Tabla 3–82).

Tabla 3–82: Categorías fitosociológicas consideradas en la caracterización de la vegetación y flora

Código	Nombre	Atributos de la Población	Posición Sociológica
D	Dominante	Cobertura superior al 75%, independientemente del N° de individuos	Define la Asociación
C	Codominante	Cobertura entre 50% y 75%, independientemente del N° de individuos	Define a Asociación pero subordina a D
S	Subdominante	Cobertura entre 25% y 50%, independientemente del N° de individuos	Define la Asociación pero subordina a D y C
A	Acompañante	Cobertura entre 5% y 25%, independientemente del N° de individuos	Frecuente en la Asociación pero no es dominante
P	Presente	Numerosos individuos pero con cobertura <5%	Es normal encontrarla en la Asociación pero en pequeñas cantidades
O	Ocasional	Pocos individuos con cobertura reducida <5%	Su presencia ocurre sólo en ciertas condiciones
R	Rara	Individuos muy dispersos o solitarios con cobertura <1%	Su presencia en la Asociación es marginal o excepcional

Fuente: Adaptado de Braun-Blanquet (según Mueller-Dombois y Ellenberg (1974); Mateucci y Colma, 1982).

v. Procesamiento de Información

Se trabajó en la identificación de las muestras y registros de flora en base a claves taxonómicas apropiadas con lo que se elaboró un catálogo florístico para el área del estudio y por unidad cartográfica, indicando nombre científico y su clasificación taxonómica y forma de crecimiento, de acuerdo a la nomenclatura de Zuloaga *et al.* (2009).

Asimismo, se registró el estado de conservación de las especies en función de la legislación vigente (MINSEGPRES 2006, 2008 y 2009; Ministerio de Medio Ambiente 2011, 2012, 2013 y 2014), Benoit (1989) y el Boletín N° 47 del Museo de Historia Natural. Como información adicional se consultó el estado de conservación según la clasificación del UICN (IUCN, 2010), Ravenna *et al.* (1998) y Belmonte *et al.* (1998) para verificar el estado de conservación de geófitas y cactáceas respectivamente.

Paralelamente y a partir de la información colectada en terreno, se procesó la información procedente de la caracterización de la vegetación. Usualmente este procedimiento concluye con la elaboración de un plano de vegetación (o de cobertura actual del suelo), no obstante, y como se verá más adelante, en este caso tal cartografía carece de absoluto sentido práctico, toda vez que representaría un plano con un solo uso del suelo.

3.7.2.3 Resultados

i. Contexto Fitogeográfico

Regiones, Subregiones y Formaciones Vegetales

Según la clasificación de Gajardo (1993), el área del Proyecto se inserta dentro de la Región del Desierto, y corresponde a una región que se extiende desde el extremo Norte del país hasta el río Elqui en la Región de Coquimbo.

Si bien esta Región del Desierto tiene como límite Oeste el Océano Pacífico, es en su mayoría un desierto interior, con una altura media de 1.500 msnm., abarcando los abruptos acantilados costeros, las serranías de la Cordillera de la Costa, las grandes depresiones interiores y las laderas occidentales de la Cordillera de los Andes.

No obstante, las características del relieve generan variaciones locales del ambiente, produciendo hábitats más o menos diferenciables que permiten segregar la Región del Desierto en cuatro subregiones vegetales. De ellas, el proyecto se sobrepone en tres: Desierto Andino (Sector Mina-Planta y primer segmento del Sector Ductos); Desierto Absoluto (Sector Ductos en su mayoría) y Desierto Costero (segmento final del Sector Ductos y la totalidad del Sector Muelle).

a) Sub-Región del Desierto Andino

Corresponde al piso vegetacional superior del desierto y se ubica en las laderas occidentales de la Cordillera de Los Andes, entre latitudes, aproximadas, de 1.800 a 3.500 msnm. A causa de la influencia marginal de las precipitaciones que ocurren en la alta cordillera, presenta posibilidades de mayor desarrollo vegetal, presentando una fuerte penetración de elementos florísticos de las estepas altoandinas.

Dentro de esta sub-región, Gajardo reconoce seis formaciones vegetales típicas. De ellas, cuatro se presentan en la Región de Antofagasta, y sólo una estaría representada en el área del Proyecto, particularmente y en forma casi marginal en el Sector Mina-Planta: la formación del Desierto de los Aluviones.

Esta última corresponde a una formación que muestra una típica fisonomía de arbustos bajos extremadamente xerófitos, con coberturas muy ralas, encontrándose amplios sectores desprovistos de vida vegetal. Esta formación se localiza principalmente en sectores que tienen influencia de aluviones y precipitaciones marginales provocadas por el invierno altiplánico.

Para esta formación vegetal, Gajardo describe una serie de asociaciones típicas potenciales con una composición más o menos definida, que se enumeran en la Tabla 3–83.

b) Sub-Región del Desierto Absoluto

Corresponde a la zona del desierto donde las precipitaciones son insignificantes y el aporte hídrico es localizado y proviene de la presencia de napas freáticas o de aluviones ocasionales que descienden de la Cordillera. Salvo en condiciones muy locales, la vida vegetal está ausente en toda su extensión, lo que le vale su definición de desierto absoluto.

Con todo, para esta subregión se reconocen seis formaciones vegetales, cuatro de ellas presentes en la Región de Antofagasta y sólo una en el área del Proyecto, representada en prácticamente la totalidad de la zona del trazado de los ductos, denominada formación del Desierto Interior.

Esta formación, de amplia distribución, se extiende por las Regiones Arica-Parinacota, Tarapaca y Antofagasta, carece casi completamente de vida vegetal, salvo en condiciones muy locales y en presencia de agua subterránea, donde se manifiesta una asociación de Brea-Grama salada (*Tessaria absinthioides*–*Distichlis spicata*), particularmente en sitios con la influencia de aguas de alta salinidad.

Esta asociación de Brea–Grama Salada no es exclusiva de la formación pues es de amplia distribución y aparece prácticamente en todas las formaciones de la región del desierto, siempre vinculada a sectores con influencia de aguas salobres (la composición típica se presenta en la Tabla 3–83).

c) Sub-Región del Desierto Costero

Esta formación se extiende a lo largo de la costa entre la Región de Antofagasta y el Norte de la Región de Coquimbo, cubriendo las laderas occidentales de la Cordillera de la Costa, desde el nivel del mar hasta aproximadamente los 1.500 msnm. La vida vegetal presenta un desarrollo excepcional y, sobre todo, una gran riqueza florística y gran cantidad de endemismos, debidos a la acción favorable generada por la presencia de frecuentes neblinas costeras.

Para la subregión se reconocen tres formaciones vegetales, dos de ellas representadas en la Región de Antofagasta, una de ellas en el área del Proyecto y, obviamente, en los últimos kilómetros del trazado de los ductos y en el Sector Muelle, denominada formación vegetal del Desierto Costero de Tocopilla.

Dadas las condiciones externas del medio general, esta formación presenta vegetación sólo en ambientes muy localizados.

Para esta formación se han descrito cuatro asociaciones características (la composición típica se presenta en la Tabla 3–83) más adelante.

Pisos Vegetacionales

De acuerdo con Luebert y Pliscoff (2006), el área del proyecto se ubicaría coincidiendo con 4 pisos vegetacionales:

a) Matorral Bajo Desértico Tropical Interior de *Adesmia atacamensis* y *Cistanthe salsoloides*

Se distribuye ampliamente por las partes bajas de la precordillera andina, desde la Región de Arica; Parinacota, Tarapacá a la Región de Atacama, entre los 1.800 y los 3.700 msnm.

Corresponde a un matorral muy abierto extremadamente xeromórfico en el que dominan *Adesmia atacamensis* y *Cistanthe salsoloides*, eventualmente acompañadas por un elenco variable de especies como *Huidobria fruticosa*, *Dinemandra ericoides* y *Ephedra breana* entre otras.

Esta formación está usualmente asociada a situaciones microtopográficas favorables donde se acumula escasa humedad.

b) Desierto Tropical Interior con Vegetación Escasa

Se distribuye en las pampas desérticas interiores de las regiones de Tarapacá y Antofagasta, entre los 200 y los 2.000 msnm.

Corresponde a un área que carece casi totalmente de vida vegetal con excepción de algunos sectores con presencia de napas subterránea salobres donde se observan matorrales halófitos de *Tessaria absinthioides* y *Distichlis spicata*.

c) Matorral Desértico Tropical Costero de *Ephedra breana* y *Eulychnia iquiquensis*

Se distribuye en los cerros costeros del Sur de la Región de Tarapacá y Norte de Antofagasta, entre 400 y 1.200 m de altura. Corresponde a un matorral abierto extremadamente xeromórfico con suculentas columnares dominado por *Ephedra breana*, *Solanum chilense* y *Eulychnia iquiquensis*, con participación de arbustos de *Frankenia chilensis*, *Nolana sedifolia*, *Lycium leiospermum* y las herbáceas *Alstroemeria lutea*, *Camassia biflora*, *Oxalis bulbocastanum* y *Leucocoryne appendiculata*.

Gran parte del territorio de este piso vegetacional se presenta descubierto, desarrollándose vegetación solo en condiciones de relieve que favorecen la condensación de neblinas.

d) Matorral Desértico Tropical Costero de *Nolana adansonii* y *Nolana lycioides*

Se distribuye en la zona costera baja de la Región de Arica; Parinacota, Tarapacá y Antofagasta, entre los 0 y los 400 msnm. Corresponde a una formación de matorral muy abierto en el que predominan localmente *Nolana adansonii* y *Nolana lycioides*, dejando amplias extensiones de terreno descubiertas, incluso en períodos lluviosos.

Su composición florística está formada por *Alona stenophylla*, *Malesherbia tocopillana*, *Nolana adansonii*, *Nolana clivicola*, *Nolana lycioides*, *Nolana peruviana* y *Solanum chilense*.

Comunidades Potenciales

Las dos clasificaciones anteriormente mencionadas (Gajardo, 1992; Luebert y Pliscoff, 2006) detallan algunas asociaciones vegetales más o menos características (en su mayoría coincidentes), con composiciones florísticas relativamente definidas y que, desde un punto de vista fitogeográfico, dan cuenta de las comunidades potenciales del área, y que se enumeran en la Tabla 3–83.

Como se verá más adelante, la vegetación del área resulta coincidente con las variaciones locales correspondientes dadas por los niveles de intervención y las condiciones de sitio, a lo descrito en la bibliografía, y con la evidente ausencia de las formaciones de *Ambrosia chamissonis* – *Distichlis spicata* y *Nolana paradoxa* – *Pyrhocactus chilensis*, lo que resulta del todo normal pues estas son propias de estrictos ambientes del borde costero.

Tabla 3–83: Comunidades Potenciales para el Área del Proyecto

Asociación	Especies Representativas	Especies Acompañantes	Especies Comunes
<i>Hoffmansegia ternata</i> – <i>Philippiamra pachyphylla</i>	<i>Hoffmansegia ternata</i>		<i>Fagonia chilensis</i>
	<i>Philippiamra pachyphylla</i>		<i>Junellia seriphoides</i>
			<i>Tetragonia microcarpa</i>
<i>Atriplex imbricata</i>	<i>Atriplex imbricata</i>	<i>Adesmia atacamensis</i>	<i>Acantholippia punensis</i>
	<i>Tiquilia atacamensis</i>		
<i>Adesmia atacamensis</i> –	<i>Adesmia atacamensis</i>	<i>Cistanthe salsoloides</i>	

Asociación	Especies Representativas	Especies Acompañantes	Especies Comunes
<i>Tiquilia atacamensis</i>	<i>Tiquilia atacamensis</i>		
<i>Adesmia atacamensis</i> – <i>Cistanthe salsoloides</i>	<i>Adesmia atacamensis</i>		
	<i>Cistanthe salsoloides</i>		
<i>Atriplex atacamensis</i> – <i>Acantholippia trifida</i>	<i>Atriplex atacamensis</i>	<i>Ephedra breana</i>	<i>Adesmia atacamensis</i>
	<i>Acantholippia trifida</i>		<i>Cristaria atacamensis</i>
			<i>Tessaria absinthioides</i>
<i>Atriplex imbricata</i> – <i>Cristaria andicola</i>	<i>Atriplex imbricata</i>	<i>Ephedra breana</i>	<i>Adesmia atacamensis</i>
	<i>Cristaria andicola</i>	<i>Malsherbia lactea</i>	<i>Sisynbrium amplexicaule</i>
			<i>Adesmia hystrix</i>
			<i>Argelia tomentosa</i>
<i>Tessaria absinthioides</i> – <i>Distichlis spicata</i>	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Atriplex atacamensis</i>	
	<i>Distichlis spicata</i>	<i>Baccharis juncea</i>	
		<i>Baccharis petiolata</i>	
<i>Eulychnia iquiquensis</i> – <i>Frankenia chilensis</i>	<i>Eulychnia iquiquensis</i>	<i>Gilia ramosissima</i>	<i>Calandrinia grandiflora</i>
	<i>Frankenia chilensis</i>	<i>Lycium chañar</i>	<i>Cleome chilensis</i>
		<i>Malasherbia humilis</i>	<i>Oxalis bulbocastanum</i>
			<i>Sicyos bryonaefolius</i>
<i>Cassia brogniartii</i> – <i>Dinemandra ericoides</i>	<i>Cassia brogniartii</i>	<i>Adesmia tenella</i>	<i>Alstroemeria violácea</i>
	<i>Dinemandra ericoides</i>	<i>Argylia radiata</i>	<i>Alternanthera junciflora</i>
		<i>Hoffmanseggia gracilis</i>	<i>Krameria cistoidea</i>
		<i>Menonvillea orbiculata</i>	<i>Parietaria debilis</i>
		<i>Nolana sedifolia</i>	<i>Perytyle emoryi</i>
		<i>Ophryosporus triangularis</i>	<i>Portulacca philippi</i>
		<i>Stachys pannosa</i>	<i>Tigridia philippiana</i>

Fuente: Adaptado de Gajardo (1993) y Plissock y Luebert (2006).

ii. Vegetación

El elemento característico dominante de la zona es la carencia casi absoluta de elementos de flora y, por ende, de formaciones vegetales, lo que otorga al paisaje la fisonomía propia del desierto absoluto.

En ese sentido, y desde el punto de vista de la vegetación, el área del proyecto corresponde – en su totalidad – a lo que en la literatura se denomina desierto absoluto, no obstante en ciertas situaciones, aparecen algunos elementos florísticos, pero con coberturas tan bajas (menores al 5%) que no llegan a conformar desde un punto de vista ecosistémico, una formación vegetal.

Sector Mina-Planta

Corresponde en su totalidad a las condiciones del llamado Desierto de los Aluviones, que se caracteriza por ser un desierto absoluto en el que en forma esporádica, muy localizada y asociada principalmente a acumulaciones aluvionales, se presentan individuos dispersos de

Quiaca (*Cistanthe salsoloides*) que por presentar coberturas inferiores a 5% (en la práctica no superan el 1%) no constituyen formación vegetal alguna (Figura 3-78b). Otra especie encontrada en el Sector fue un individuo plantado de Pimiento (*Schinus molle*).

Figura 3-78: Fisonomía de Desierto de los Aluviones en Mina-Planta



a Desierto absoluto



b *Cistanthe salsoloides* en "corrida" aluvial



c *Adesmia atacamensis*



d *Lycopersicon chilense*

Fuente: Registro fotográfico en terreno.

El espacio en donde se emplazaría la alternativa a la Ruta B-229 y B-233 presenta condiciones similares a lo anteriormente descrito, presentando además en forma esporádica individuos dispersos de *Adesmia* (*Adesmia atacamensis*, Figura 3-78c). También se presenta una situación similar con presencia de Quiaca (*Cistanthe salsoloides*, Figura 3-78b) y Tomatillo (*Lycopersicon chilense*, Figura 3-78d) en coberturas que no superan el 1%, y por tanto no constituyen formación vegetal alguna, agrupados en condiciones con mayor humedad, generalmente pequeñas quebradas.

En la siguiente tabla se describen los puntos georreferenciados con presencia de individuos agrupados dentro de la alternativa de Ruta a construir.

Tabla 3–84: Presencia de individuos agrupados en entorno de alternativa Ruta B-229 y B-233

Coordenadas UTM Datum WGS84		Especies
Este	Norte	
502.231	7.451.696	<i>Cistanthe salsoloides</i>
506.682	7.459.761	<i>Cistanthe salsoloides</i> – <i>Adesmia atacamensis</i>
502.317	7.450.554	<i>Adesmia atacamensis</i>
501.398	7.449.099	<i>Adesmia atacamensis</i>
500.612	7.448.550	<i>Lycopersicon chilense</i> – <i>Adesmia atacamensis</i>
496.619	7.446.118	<i>Cistanthe salsoloides</i> – <i>Adesmia atacamensis</i>
493.519	7.467.633	<i>Cistanthe salsoloides</i>
495.090	7.466.734	<i>Cistanthe salsoloides</i>
497.885	7.466.536	<i>Cistanthe salsoloides</i>
500.666	7.460.838	<i>Lycopersicon chilense</i>
502.766	7.465.409	<i>Cistanthe salsoloides</i>
506.248	7.460.256	<i>Cistanthe salsoloides</i> – <i>Adesmia atacamensis</i>
507.776	7.457.751	<i>Cistanthe salsoloides</i>
506.620	7.458.564	<i>Cistanthe salsoloides</i> – <i>Adesmia atacamensis</i>
506.773	7.456.510	<i>Cistanthe salsoloides</i> – <i>Adesmia atacamensis</i>
502.690	7.453.586	<i>Cistanthe salsoloides</i> – <i>Adesmia atacamensis</i>
502.269	7.451.523	<i>Cistanthe salsoloides</i>
502.232	7.450.340	<i>Cistanthe salsoloides</i> – <i>Adesmia atacamensis</i>
501.590	7.449.305	<i>Adesmia atacamensis</i>
501.196	7.448.846	<i>Adesmia atacamensis</i> – <i>Lycopersicon chilense</i>
500.610	7.448.554	<i>Adesmia atacamensis</i> – <i>Lycopersicon chilense</i>
498.994	7.448.634	<i>Adesmia atacamensis</i>
496.608	7.447.473	<i>Cistanthe salsoloides</i>
493.726	7.454.269	<i>Cistanthe salsoloides</i>
493.757	7.455.318	<i>Cistanthe salsoloides</i>

Fuente: Registro en terreno.

Figura 3-79: Asociaciones vegetacionales en entorno de alternativa Ruta B-229 y B-233



a Asociación *Lycopersicon chilense* - *Adesmia atacamensis*



b. Asociación *Cistanthe salsoloides* - *Adesmia atacamensis*

Fuente: Registro fotográfico en terreno.

Por otro lado, la zona de extracción de empréstitos al Sur del Sector Mina-Planta se encuentra desprovista de todo tipo de vegetación.

Figura 3-80: Vista de zona de empréstitos



Fuente: Registro fotográfico en terreno.

Sector Ductos

Corresponde, con excepción de su extremo occidental, al llamado Desierto Interior, que corresponde a un desierto absoluto donde no existen expresiones vegetales (Figura 3-81), además que, como ya sido mencionado, el área del Proyecto coincide con la faja de un trazado ya existente (de Minera Centinela).

Figura 3-81: Fisonomía de Desierto Interior en el Sector Ductos



Fuente: Registro fotográfico en terreno.

Asimismo, hacia el extremo Oeste de este trazado, en el tramo que se emplaza en la Quebrada del Diablo, existen la zona individuos de Copao de Iquique (*Eulychnia iquiquensis*), como se detalla en el Anexo 4-4 Microruteo. Se destaca, eso sí, que se presenta en coberturas inferiores a 5%, por lo que no constituye formación vegetal.

Sector Muelle

Corresponde en su totalidad a las condiciones del llamado Desierto Costero, (Figura 3-82) caracterizado por sustratos arenosos o rocosos, particularmente en las cercanías de la costa.

La presencia de flora en este Sector es marginal pues sólo se han detectado individuos aislados de *Nolana peruviana*, *Nolana leptophylla* y *Nolana linearifolia*. En sectores donde se ha producido acumulación temporal de agua surgen algunos grupos pequeños de *Solanum chilense* que, en cualquier caso no llegan a constituir formación vegetal.

Figura 3-82: Fisonomía de Desierto Costero entorno a Muelle



Fuente: Registro fotográfico en terreno.

iii. Flora

Sector Mina-Planta

El resultado de los estudios en este Sector del Proyecto, considerando todos los terrenos realizados, indica la presencia de solo 2 especies de flora vascular. Estas especies corresponden a la clase Magnoliopsida distribuidas en 2 familias. En la Tabla 3–85 se presentan los nombres, la clasificación taxonómica, el origen y la forma de vida se presentan.

Tabla 3–85: Especies de Flora Vascular, Sector Mina-Planta

División	Clase	Familia	Especie	Nombre común	Origen	Forma biológica	Estado de Conservación
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Fabaceae	<i>Adesmia atacamensis</i>	Adesmia	E	Arbusto	S/C
		Portulacaceae	<i>Cistanthe salsoloides</i> (Barneoud) Carolin ex hershkovitz	Quiaca	N	Hierba anual	S/C

E: Endémico, N: Nativo, S/C: Sin estado de Conservación.

Fuente: Elaboración propia.

Aledaño al Sector Mina-Planta se levantó el área en torno a la alternativa de las Rutas B-229 y B-233. En este espacio las características de sequedad del desierto absoluto se presentan de forma muy esporádica individuos dispersos de Quiaca (*Cistanthe salsoloides*), Adesmia (*Adesmia atacamensis*) y Tomatillo (*Lycopersicon chilense*) (Tabla 3–86).

Tabla 3–86: Especies de Flora Vascular, Alternativa a Ruta B-229-233

División	Clase	Familia	Especie	Nombre común	Origen	Forma biológica	Estado de Conservación
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i> L.	Pimiento	N	Árbol	S/C
		Portulacaceae	<i>Cistanthe salsoloides</i> (Barneoud) Carolin ex hershkovitz	Quiaca	N	Hierba anual	S/C
		Solanaceae	<i>Lycopersicon chilense</i> Dunal	Tomatillo	N	Arbusto	S/C

E: Endémico, N: Nativo, S/C: Sin estado de Conservación
 Fuente: Elaboración propia.

Sector Ductos

El Sector Ductos presenta, en la mayor parte de su trazado, una completa ausencia de especies, debido principalmente a las características de sequedad e intervención en esta parte del Proyecto. No es sino hasta llegar al farellón costero que algunas especies hacen aparición, gracias a las características mínimas de humedad y viento en la Quebrada del Diablo. Este espacio se encuentra flanqueado por individuos de *Eulychnia iquiquensis* (Copao de Iquique), localizada en sustratos rocosos, en coberturas muy bajas donde participan otras especies como *Ephedra breana* (Pingo pingo) y *Frankenia chilensis* (Salitre), entre otras. Fuera del área de intervención del Proyecto, asociado al fondo de la Quebrada, se registraron individuos de *Nolana balsamiflua* (Suspiro) (Tabla 3–87).

Tabla 3–87: Especies de Flora Vascular, Sector Ductos

División	Clase	Familia	Especie	Nombre común	Origen	Forma biológica	Estado de Conservación
Pinophyta	Ephedraceae	Ephedraceae	<i>Ephedra breana</i>	Pingo Pingo	N	Arbusto	S/C
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Aizoaceae	<i>Tetragonia angustifolia</i> Barneoud	Pasto aguanoso, Aguanosa	E	Arbusto	S/C
			<i>Tetragonia microcarpa</i> Phil.	Lechuga gorda	N	Hierba anual	S/C
			<i>Tetragonia ovate</i> Phil.	Aguanosa	N	Hierba anual	S/C
		Asteraceae	<i>Polyachyrus poeppigii</i> (Kunze ex Less.) Less.	Borlón de alforja	E	Hierba anual	S/C

División	Clase	Familia	Especie	Nombre común	Origen	Forma biológica	Estado de Conservación
			<i>Ophryosporys triangularis</i> Meyen	Rabo de zorro	E	Arbusto	S/C
		Cactaceae	<i>Eulychnia iquiquensis</i> (K. Schum.) Britton & Rose	Copao de Iquique	N	Suculenta	VU
			<i>Cumulopuntia sphaerica</i> (J.R.Forst.) E.F.Anderson	Gatito	N	Suculenta	S/C
		Frankeniaceae	<i>Frankenia chilensis</i> K. Presl.	Salitre	E	Arbusto	S/C
		Malesherbiaceae	<i>Malesherbia humilis</i> Poepp.	Piojillo	E	Hierba anual	S/C
		Nolanaceae	<i>Nolana linearifolia</i> Phil.	Suspiro	E	Hierba perenne	S/C
			<i>Nolana peruviana</i> (Gaudich.) I.M.Johnst	Suspiro	E	Subarbusto	S/C
			<i>Nolana stenophylla</i> I.M.Johnst	Suspiro	E	Subarbusto	NT
			<i>Nolana rostrata</i> (Lindl) Miers.	Suspiro	E	Subarbusto	S/C
			<i>Nolana balsamiflua</i> (Gaudich.) Mesa	Suspiro	E	Arbusto	VU
			<i>Nolana aplocaryoides</i> (Gaud.) I.M. Johnst	Suspiro	E	Hierba anual	S/C
			<i>Nolana leptohpylla</i> (Miers) I.M Johnst	Suspiro	E	Arbusto	S/C
		Portulacaceae	<i>Cistanthe longiscapa</i> (Barneoud) Carolin ex Hershkovitz	Pata de Guanaco, Renilla	E	Hierba anual	S/C
			<i>Cistanthe densiflora</i> (Barneoud) Hershkovitz		N	Hierba anual	S/C
		Solanaceae	<i>Lycium leiostemum</i> Wedd.	Chañarcillo	N	Arbusto	S/C
			<i>Lycopersicon chilense</i> Dunal	Tomatillo	N	Arbusto	S/C
			<i>Solanum brachyantherum</i> Phil.	Tomatillo	N	Hierba perenne	S/C

E: Endémico, N: Nativo, S/C: Sin estado de Conservación, VU: Vulnerable, NT: Casi amenazada.

Fuente: Elaboración propia.

Sector Muelle

El levantamiento en terreno indicó que, en el área de influencia del Proyecto, se encontraron diversos (ocasionales) individuos de cuatro especies diferentes, todas de origen endémico. Se

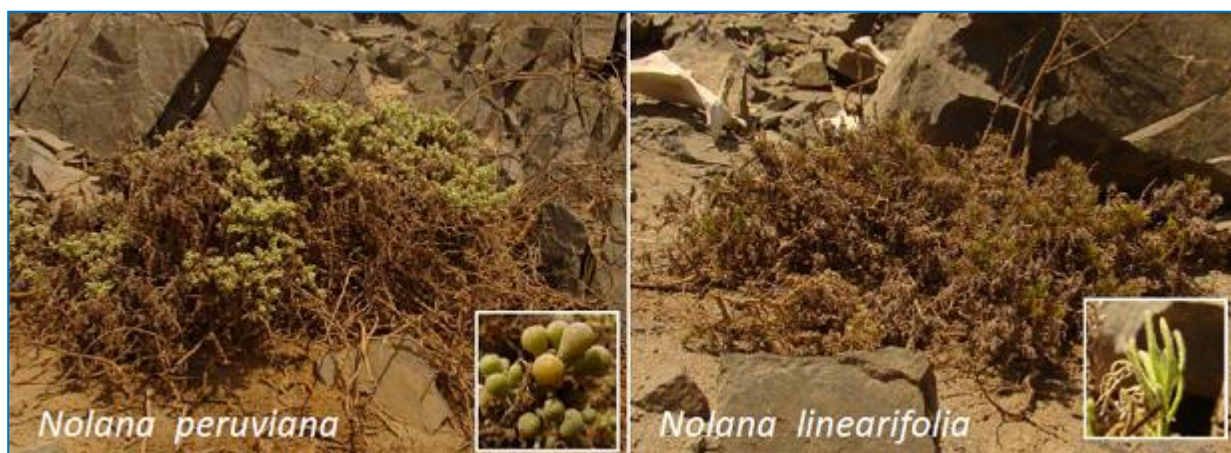
trata del *Solanum chilense* (Tomate) y tres variedades de Suspiro (*Nolana linearifolia*, *Nolana leptophylla* y *Nolana peruviana*) (Figura 3-83).

Tabla 3–88: Especies de Flora Vascular, Sector Muelle

División	Clase	Familia	Especie	Nombre común	Origen	Forma biológica	Estado de Conservación
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Solanaceae	<i>Solanum chilense</i> (Dunal) Reiche	Tomate	E	Hierba perenne	S/C
		Nolanaceae	<i>Nolana linearifolia</i> Phil.	Suspiro	E	Hierba perenne	S/C
			<i>Nolana leptophylla</i> (Miers).I.M.Johnst	Suspiro	E	Arbusto	S/C
			<i>Nolana peruviana</i> (Gaudich.) I.M.Johnst	Suspiro	E	Subarbusto	S/C

E: Endémico, N: Nativo, S/C: Sin estado de Conservación
Fuente: Elaboración propia.

Figura 3-83: Especies de Suspiro (Nolana), en alrededores del Muelle



Fuente: Registro fotográfico en terreno.

iv. Estado de Conservación

Del total de especies que se registraron en las campañas de terreno en todos los sectores, solo tres se encuentran en algún estado de conservación:

- *Eulychnia iquiquensis*, se encuentra catalogada como Vulnerable para la Región según el RCE (D.S. N° 50/2008) (Figura 3-9).

- *Nolana balsamiflua*, catalogada como Vulnerable según el RCE (D.S. N° 13/2013).
- *Nolana stenophylla*, catalogada como Casi Amenazada según el RCE (D.S. N° 42/2011).

Figura 3-9: *Eulychnia iquiquensis* (izquierda) y *Nolana balsamiflua* (derecha)



Fuente: Registro fotográfico en terreno.

En la Tabla 3–89 se entregan las coordenadas de todos los ejemplares vivos de *Eulychnia iquiquensis* registrados en el Sector Ductos, en la Quebrada del Diablo, a agosto de 2014. Se entregan también en la Tabla 3–90 los registros de ejemplares vivos de *Nolana balsamiflua*, también para la Quebrada del Diablo, si bien fuera del área de intervención (en fondo de valle). Estos datos se obtuvieron en campañas de microrroteo, cuyo detalle se presenta en el Anexo 4-4.

Tabla 3–89: Coordenadas de ejemplares vivos de *Eulychnia iquiquensis*, Qda. del Diablo

Individuo	Coordenadas UTM Datum WGS84		Individuo	Coordenadas UTM Datum WGS84	
	Norte	Este		Norte	Este
1	7.489.614	372.564	13	7.489.059	371.767
2	7.489.650	372.532	14	7.488.865	371.647
3	7.489.648	372.528	15	7.488.864	371.645
4	7.489.655	372.522	16	7.488.844	371.622
5	7.489.683	372.483	17	7.488.821	371.663
6	7.489.685	372.467	18	7.489.674	372.621
7	7.489.707	372.437	19	7.488.740	371.699
8	7.489.226	371.830	20	7.488.698	371.630
9	7.489.220	371.832	21	7.488.452	371.494
10	7.489.203	371.835	22	7.488.841	371.622

Individuo	Coordenadas UTM Datum WGS84		Individuo	Coordenadas UTM Datum WGS84	
	Norte	Este		Norte	Este
11	7.489.138	371.801	23	7.488.844	371.619
12	7.489.106	371.788			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3–90: Coordenadas de ejemplares vivos de *Nolana balsamiflua*, Qda. del Diablo

Ind	Coordenadas UTM Datum WGS84		Ind	Coordenadas UTM Datum WGS84		Ind	Coordenadas UTM Datum WGS84		Ind	Coordenadas UTM Datum WGS84	
	Norte	Este		Norte	Este		Norte	Este		Norte	Este
1	7.488.152	371.742	28	7.488.013	371.598	55	7.487.910	371.539	82	7.487.682	371.406
2	7.488.157	371.742	29	7.488.017	371.598	56	7.487.911	371.539	83	7.487.685	371.408
3	7.488.158	371.742	30	7.488.008	371.596	57	7.487.915	371.541	84	7.487.702	371.428
4	7.488.158	371.741	31	7.487.988	371.583	58	7.487.915	371.548	85	7.487.730	371.441
5	7.488.159	371.733	32	7.487.989	371.580	59	7.487.915	371.549	86	7.487.732	371.443
6	7.488.172	371.711	33	7.487.981	371.581	60	7.488.648	372.252	87	7.487.733	371.443
7	7.488.168	371.686	34	7.487.977	371.578	61	7.488.656	372.258	88	7.487.732	371.427
8	7.488.147	371.679	35	7.487.967	371.572	62	7.488.665	372.267	89	7.487.765	371.441
9	7.488.146	371.678	36	7.487.844	371.482	63	7.488.672	372.279	90	7.487.775	371.448
10	7.488.145	371.677	37	7.487.846	371.484	64	7.488.721	372.362	91	7.487.776	371.448
11	7.488.143	371.675	38	7.487.841	371.491	65	7.488.748	372.408	92	7.487.802	371.465
12	7.488.132	371.669	39	7.487.835	371.489	66	7.488.759	372.426	93	7.487.781	371.450
13	7.488.126	371.668	40	7.487.848	371.493	67	7.489.049	372.518	94	7.487.805	371.467
14	7.488.127	371.660	41	7.487.851	371.494	68	7.487.562	371.301	95	7.487.813	371.472
15	7.488.124	371.656	42	7.487.851	371.496	69	7.487.567	371.301	96	7.487.814	371.472
16	7.488.119	371.652	43	7.487.855	371.497	70	7.487.572	371.305	97	7.487.819	371.472
17	7.488.106	371.652	44	7.487.856	371.496	71	7.487.591	371.335	98	7.487.823	371.477
18	7.488.097	371.660	45	7.487.856	371.491	72	7.487.617	371.360	99	7.487.826	371.479
19	7.488.064	371.624	46	7.487.864	371.494	73	7.487.625	371.364	100	7.487.830	371.479
20	7.488.061	371.623	47	7.487.899	371.515	74	7.487.626	371.365	101	7.487.841	371.481
21	7.488.055	371.622	48	7.487.903	371.523	75	7.487.641	371.369	102	7.487.843	371.481
22	7.488.052	371.620	49	7.487.904	371.520	76	7.487.646	371.378	103	7.487.556	371.298
23	7.488.039	371.635	50	7.487.904	371.534	77	7.487.650	371.383	104	7.487.558	371.297
24	7.488.036	371.635	51	7.487.901	371.536	78	7.487.653	371.385	105	7.487.563	371.299
25	7.488.022	371.605	52	7.487.902	371.538	79	7.487.653	371.385	106	7.487.531	371.285
26	7.488.020	371.604	53	7.487.904	371.539	80	7.487.654	371.386	107	7.487.535	371.289
27	7.488.015	371.600	54	7.487.906	371.538	81	7.487.658	371.388	108	7.487.550	371.290
									109	7.487.594	371.325

Fuente: Elaboración propia.

3.7.2.4 Conclusiones

A partir del levantamiento de información asociado a los componentes flora y vegetación en las áreas asociadas al Proyecto, se determina para el Sector Mina-Planta y en gran parte del Sector Ductos la escasa a nula presencia de elementos de flora y vegetación, concordantes con las descripciones bibliográficas tanto de Gajardo (1993) como de Luebert y Pliscoff (2006). Solo se registran individuos ocasionales y aislados de *Adesmia atacamensis*, *Cistanthe salsoloides*, *Lycopersicon chilense* y un individuo plantado de *Schinus molle*, que se encuentra en el D.S. N° 68, pero no será intervenido por las obras del Proyecto.

En el Sector Muelle se registró la presencia ocasional de individuos de *Solanum chilense* y variedades de Suspiro (que no se encuentran en categoría de conservación).

Finalmente en el Sector Ductos, específicamente en el área del farellón costero, algunas especies hacen aparición, gracias a las características mínimas de humedad y viento en la Quebrada del Diablo. Este espacio se encuentra flanqueado por individuos de *Eulychnia iquiquensis* (Copao de Iquique), donde además participan otras especies como *Ephedra breana* (Pingo pingo), *Frankenia chilensis* (Salitre), *Nolana balsamiflua* y otras especies de Suspiro.

Durante las diez campañas realizadas no se encontraron variaciones en las especies encontradas en relación a estación o año de análisis.

Del total de especies registradas solo tres se encuentran en estado de conservación, *Eulychnia iquiquensis*, Vulnerable según D.S. N° 50/2008, *Nolana balsamiflua*, Vulnerable según D.S. N° 29/2011, y *Nolana stenophylla*, Casi Amenazada según D.S. N° 42/2011. Estas especies fueron registradas como individuos aislados y vinculados principalmente al fondo de quebrada (las especies de *Nolana*), donde no habrá obras del Proyecto. En el caso de la *Eulychnia iquiquensis*, se registraron individuos vivos en la franja que compone la servidumbre de los ductos, pero no donde se instalarán las obras. Mayor detalle al respecto se puede encontrar en el Informe de Microrroteo Sector Quebrada del Diablo, del Anexo 4-4 del Capítulo 4 Evaluación y predicción de impactos ambientales.

3.7.3 Hongos

3.7.3.1 Introducción

En el presente acápite se entrega la caracterización del componente Hongos, para el área de influencia definida en el Capítulo 2, de acuerdo a lo establecido en la Ley N° 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente y el Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental modificado a través del D.S. N° 40/2012.

El objetivo general del presente acápite es caracterizar y contextualizar la comunidad fúngica del área de influencia del Proyecto en todos sus sectores, pero en específico en la zona de la Quebrada del Diablo, comuna de Mejillones, por ser la zona con mayor concentración de vegetación de toda el área de emplazamiento del Proyecto, gracias a la presencia de individuos de *Eulychnia iquiquensis* y *Nolana balsamiflua*, por lo que es también la zona con mayor potencial de actividad fungística.

3.7.3.2 Metodología

i. Caracterización micológica

Los hongos son organismos extraordinariamente versátiles y adaptados a un enorme rango de hábitats y condiciones ambientales. Por ende no sorprende que incluso en las zonas desérticas del planeta exista una comunidad de hongos xerófilos de distribución amplia hasta cosmopolita, adaptados a condiciones semiáridas y áridas. Ejemplos de estudios de estas comunidades de hongos desertícolas en el continente americano existen para el desierto de Sonora del Sur de los EE. UU. y México (Esqueda *et al.* 2010; 2012) o para el Desierto de Monte, Argentina, colindante con el Desierto de Atacama chileno (Lado *et al.* 2011). Cabe mencionar que varias de estas especies se pueden encontrar también en otros hábitats secos con suelos pobres en nutrientes como dunas, playas, pampas, matorrales etc. (Goulart & Galvão 2001, Singer 1968).

Como organismos heterótrofos, los hongos son dependientes de una cantidad mínima de materia orgánica como base de su nutrición, por lo tanto su distribución coincide con la presencia de especies vegetales con las cuales se asocian como descomponedores de madera muerta, hojarasca y otros restos orgánicos, parásitos sobre tejido vegetal vivo o incluso como simbioses micorrícicas como en el caso de las “trufas del desierto” del género *Terfezia* en el Norte de África y la costa mediterránea de Europa. (Bordallo *et al.* 2013).

Los cuerpos fructíferos, representando la única evidencia directa de la presencia de hongos en ambientes secos, se forman esporádicamente después de los escasos eventos de precipitación. Para compensar la frecuencia baja e irregular de las condiciones climáticas adecuadas para su reproducción, géneros comunes como *Battarrea* o *Tulostoma* producen una enorme cantidad

de esporas protegidas en un gasterocarpo (cuerpo fructífero cerrado) globoso, las cuales se liberan paulatinamente durante un periodo largo. Estas esporas además son resistentes a las condiciones ambientales extremas prevalentes en su hábitat, función de su pared gruesa y melanizada.

Donde hay un suministro mínimo de humedad por la camanchaca, existen algunas especies vegetales xeromórficas mientras en la pampa intermedia donde domina el desierto absoluto, prácticamente no hay vegetación natural debido a la ausencia total de precipitaciones.

ii. Selección y recopilación de información bibliográfica y otras referencias

Para contextualizar el estudio en terreno, se realizó una recopilación de antecedentes bibliográficos de especies de macromicetes y sus datos ecológicos que han sido recolectados o avistados en ambientes similares a la zona de estudio, precisamente entre los 18° y 30° de latitud Sur (Tabla 3–91). También se incorporaron muestras de hongos desérticos depositadas en la colección de hongos de la Universidad de Concepción (Fungario CONC-F).

Tabla 3–91: Especies fúngicas formadores de cuerpos fructíferos (macromicetes) registradas en la zona desértica de Chile entre 18° y 30° L.S.

Especie	División / orden / familia	Lugar/ hábitat	Función	Ambiente	Estatus	Referencias
Basidiomycota						
Agaricus aridicola Geml, Geysler & Royse (= Gyrophragmium dunali (Fr.) Zeller)	<i>Basidiomycota</i> <i>Agaricales</i> <i>Agaricaceae</i>	Toconao, matorral de Acantholippia y Ephedra	Saprobionte sobre restos vegetales	Semiárido hasta árido	Xerófilo cosmopolita	CONC-F 1228
Battarrea phalloides (Dicks.) Pers. (= Battarrea stevenii (Libosch.) Fr.	<i>Basidiomycota</i> <i>Agaricales</i> <i>Tulostomataceae</i>	Coquimbo, Huasco, matorral	Saprobionte sobre restos vegetales	Semiárido hasta árido	Xerófilo cosmopolita	CONC-F 1174, Furci 2013
Chlamydompus meyenianus (Klotzsch) Lloyd	<i>Basidiomycota</i> <i>Agaricales</i> <i>Tulostomataceae</i>	Taltal, Cachinal de la Sierra, desierto con vegetación muy escasa	Saprobionte sobre restos vegetales	Semiárido hasta árido	Xerófilo cosmopolita	Philippi 1860
Tulostoma pulchellum Sacc.	<i>Basidiomycota</i> <i>Agaricales</i> <i>Tulostomataceae</i>	Toconao, matorral de Acantholippia y Ephedra	Saprobionte sobre restos vegetales	Semiárido hasta árido	Xerófilo cosmopolita	CONC-F 1226
Mycetozoa (mohos mucilaginosos)						
Arcyria cinerea (Bull.) Pers.	<i>Myxomycota</i> <i>Trichiales</i> <i>Arcyriaceae</i>	Putre, Taipichahue. hojarasca de Parastrephia	Saprobionte sobre restos vegetales	Tropical hasta árido	cosmopolita	Lado <i>et al.</i> 2007, Neubert <i>et al.</i> 1993- 2000)

Especie	División / orden / familia	Lugar/ hábitat	Función	Ambiente	Estatus	Referencias
Badhamia dubia Nann.-Bremek.	<i>Myxomycota</i> <i>Physarales</i> <i>Physaraceae</i>	San Pedro de Atacama, restos de Opuntia	Saprobionte sobre restos vegetales	Templado hasta árido	cosmopolita	Lado <i>et al.</i> 2007, Neubert <i>et al.</i> 1993-2000)
Badhamia melanospora Speg.	<i>Myxomycota</i> <i>Physarales</i> <i>Physaraceae</i>	Putre hasta Ovalle, restos de Parastrephia, Oreocereus y corteza de Prosopis tamarugo	Saprobionte sobre restos de Cactáceas	Semiárido hasta árido	Distribución amplia	Lado <i>et al.</i> 2007, Neubert <i>et al.</i> 1993-2000)
Clastoderma debaryanum A. Blytt	<i>Myxomycota</i> <i>Echinosteliales</i> <i>Clastodermataceae</i>	Taltal, Mina Liverpool, sobre restos de Copiapoa	Saprobionte sobre restos de Cactáceas	Templado hasta árido	cosmopolita	Lado <i>et al.</i> 2007, Neubert <i>et al.</i> 1993-2000)
Comatricha elegans (Racib.) G. Lister	<i>Myxomycota</i> <i>Stemonitales</i> <i>Stemonitidaceae</i>	Huasco, Llanos de Challe, sobre restos de Oxalis gigantea	Saprobionte sobre restos vegetales	Templado hasta árido	cosmopolita	Lado <i>et al.</i> 2007, Neubert <i>et al.</i> 1993-2000)
Comatricha laxa Rostaf.	<i>Myxomycota</i> <i>Stemonitales</i> <i>Stemonitidaceae</i>	Putre hasta La Higuera, sobre restos de Miquelopuntia, Eulichnia y otras Cactaceas	Saprobionte sobre restos de Cactáceas	Templado hasta árido	cosmopolita	Lado <i>et al.</i> 2007, Neubert <i>et al.</i> 1993-2000)
Didymium anellus Morgan	<i>Myxomycota</i> <i>Physarales</i> <i>Didymiaceae</i>	Putre hasta La Higuera, sobre restos de Parastrephia, Miquelopuntia y Eulichnia	Saprobionte sobre restos de Cactáceas	zonas templadas, tropicales y áridas	cosmopolita	Lado <i>et al.</i> 2007, Neubert <i>et al.</i> 1993-2000)
Didymium melanospermum (Pers.) T. Macbr.	<i>Myxomycota</i> <i>Physarales</i> <i>Didymiaceae</i>	Putre, Zapahuiria, sobre restos de Eulichnia y otras Cactaceas	Saprobionte sobre restos de Cactáceas	Zonas templadas hasta áridas	cosmopolita	Lado <i>et al.</i> 2007, Neubert <i>et al.</i> 1993-2000)
Didymium squamulosum (Alb. & Schwein.) Fr.	<i>Myxomycota</i> <i>Physarales</i> <i>Didymiaceae</i>	Putre, Huasco, sobre restos de Oxalis gigantea y Parastrephia	Saprobionte sobre restos vegetales	Zonas templadas, tropicales y áridas	cosmopolita	Lado <i>et al.</i> 2007, Neubert <i>et al.</i> 1993-2000)
Didymium synsporon T.E. Brooks & H.W. Keller	<i>Myxomycota</i> <i>Physarales</i> <i>Didymiaceae</i>	Vallenar, sobre restos de Opuntia	Saprobionte sobre restos de Cactáceas	Zonas templadas hasta áridas	Distribución amplia (América)	Lado <i>et al.</i> 2007, Neubert <i>et al.</i> 1993-2000)

Especie	División / orden / familia	Lugar/ hábitat	Función	Ambiente	Estatus	Referencias
Didymium vaccinum (Durieu & Mont.) Buchet	Myxomycota Physarales Didymiaceae	Calama hasta La Higuera, sobre restos Copiapoa, Echinopsis y Opuntia	Saprobionte sobre restos de Cactáceas	Zonas templadas, tropicales y áridas	Distribución amplia (América, Asia, Europa, África Norte)	Lado <i>et al.</i> 2007, Neubert <i>et al.</i> 1993-2000)
Echinostelium fragile Nann.-Bremek.	Myxomycota Echinosteliales Echinosteliaceae	Huasco, Llanos de Challe, sobre restos de Oxalis gigantea	Saprobionte sobre restos vegetales	Zonas templadas hasta áridas	cosmopolita	Lado <i>et al.</i> 2007, Neubert <i>et al.</i> 1993-2000)
Hemitrichia minor G. Lister	Myxomycota Trichiales Trichiaceae	Huasco, Caleta Angosta, sobre restos de Copiapoa	Saprobionte sobre restos de Cactáceas	Zonas áridas	Distribución amplia (América)	Lado <i>et al.</i> 2007, Neubert <i>et al.</i> 1993-2000)
Licea biforis Morgan	Myxomycota Liceales Liceaceae	Putre, Pukara Copaquilla, sobre restos de Cactaceas	Saprobionte sobre restos de Cactáceas	Zonas templadas hasta áridas	cosmopolita	Lado <i>et al.</i> 2007, Neubert <i>et al.</i> 1993-2000)
Licea succulenticola Mosquera, Lado, Estrada & Beltrán-Tej.	Myxomycota Liceales Liceaceae	Taltal, Mina Liverpool, sobre restos de Copiapoa	Saprobionte sobre restos de Cactáceas	Zonas semiáridas y áridas	Distribución amplia (América, Islas Canarias)	Lado <i>et al.</i> 2007, Neubert <i>et al.</i> 1993-2000)
Perichaena chrysosperma (Curr.) Lister	Myxomycota Trichiales Trichiaceae	Huasco, Llanos de Challe, sobre restos de Oxalis gigantea	Saprobionte sobre restos vegetales	Zonas tropicales y áridas	Distribución amplia (América)	Lado <i>et al.</i> 2007, Neubert <i>et al.</i> 1993-2000)
Perichaena depressa Lib.	Myxomycota Trichiales Trichiaceae	Putre hasta Huasco, sobre restos de Opuntia, Oxalis gigantea y Parastrephia	Saprobionte sobre restos vegetales	Zonas tropicales y áridas	Distribución amplia (América continental e insular)	Lado <i>et al.</i> 2007, Neubert <i>et al.</i> 1993-2000)
Perichaena vermicularis (Schwein.) Rostaf.	Myxomycota Trichiales Trichiaceae	Putre hasta Ovalle, sobre restos de Eulychnia	Saprobionte sobre restos de Cactáceas	Zonas templadas hasta áridas	cosmopolita	Lado <i>et al.</i> 2007, Neubert <i>et al.</i> 1993-2000)
Physarum echinosporum Lister	Myxomycota Physarales Physaraceae	Putre, Lago Chungara, sobre restos de Polylepis	Saprobionte sobre restos vegetales	Zonas tropicales y aridas	Distribución amplia	Lado <i>et al.</i> 2007, Neubert <i>et al.</i> 1993-2000)
Physarum megalosporum T.Macbr.	Myxomycota Physarales Physaraceae	Putre, La Higuera, sobre restos de Copiapoa, Eulychnia y Opuntia	Saprobionte sobre restos de Cactáceas	Zonas templadas hasta áridas	Distribución amplia (América, Asia, Europa)	Lado <i>et al.</i> 2007, Neubert <i>et al.</i> 1993-2000)

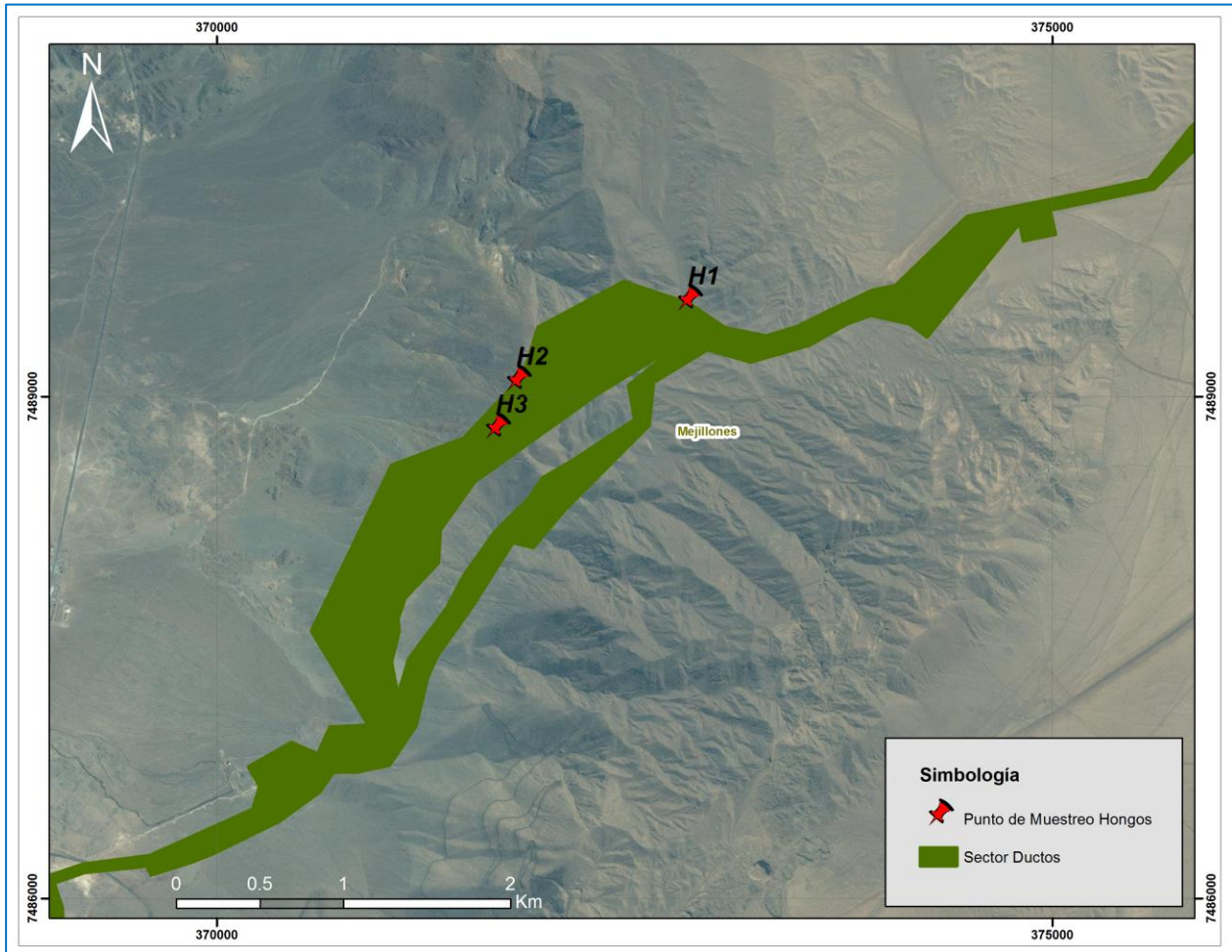
Especie	División / orden / familia	Lugar/ hábitat	Función	Ambiente	Estatus	Referencias
Physarum pusillum (Berk. & M.A.Curtis) G.Lister	Myxomycota Physarales Physaraceae	Putre hasta Huasco, sobre restos de Oreocereus, Oxalis gigantea y Prosopis tamarugo	Saprobionte sobre restos vegetales	Zonas templadas hasta áridas	cosmopolita	Lado <i>et al.</i> 2007, Neubert <i>et al.</i> 1993-2000)
Physarum spectabile Nann.-Bremek., Lado & G. Moreno	Myxomycota Physarales Physaraceae	San Pedro de Atacama hasta La Higuera, sobre restos de Copiapoa, Eulychnia y Opuntia	Saprobionte sobre restos de Cactáceas	Zonas semiáridas y áridas	Distribución amplia (Islas Canarias, Chile)	Lado <i>et al.</i> 2007, Neubert <i>et al.</i> 1993-2000)
Trichia affinis de Bary	Myxomycota Trichiales Trichiaceae	Putre, Quebrada Taipichahue, sobre restos de Stipa atacamensis	Saprobionte sobre restos vegetales	Zonas templadas hasta áridas	cosmopolita	Lado <i>et al.</i> 2007, Neubert <i>et al.</i> 1993-2000)
Trichia contorta (Ditmar) Rostaf.	Myxomycota Trichiales Trichiaceae	Putre, sobre restos de Oreocereus	Saprobionte sobre restos de Cactáceas	Zonas templadas hasta áridas	cosmopolita	Lado <i>et al.</i> 2007, Neubert <i>et al.</i> 1993-2000)

Fuente: Elaboración propia.

iii. Campana de terreno

El monitoreo de hongos se realizó en la comuna de Mejillones, Sector Ductos, partiendo del Muelle Esperanza hacia el interior por el trazado de los ductos del Proyecto, concentrándose en la Quebrada del Diablo, durante el día 1 de septiembre de 2014. Tomando en cuenta los requerimientos biológicos generales de los hongos, los puntos de muestreo se establecieron con preferencia en aquellos sectores donde se avistaron plantas vivas y/o restos vegetales. Estas condiciones se cumplieron exclusivamente en la falda poniente de la cadena de los cerros costeros y, pasada la cima de los cerros, en una franja interior aledaña de 1 km de ancho aprox. (Figura 3-84, puntos H1 - H3). Esta área queda bajo influencia de humedad baja pero relativamente constante que aporta la neblina costera (camanchaca) que permite un mínimo desarrollo de una comunidad poco diversa de plantas suculentas o xerófilas. La zona interior del Sector Ductos (de la Quebrada del Diablo hacia el oriente) y todo el Sector Mina-Planta, corresponden a desierto absoluto sin rastro de hongos, por lo que no se extendió el trabajo en terreno hacia esos sectores (si bien se establecieron los puntos de muestreo H4 a H6 de manera de caracterizar esta situación en la pampa interior).

Figura 3-84: Puntos de muestreo Hongos zona Quebrada del Diablo



Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 3–92 se indican los seis puntos referenciales (puntos H1 a H3 en la zona costera con vegetación escasa, puntos H4 a H6 en la zona interior de desierto absoluto) y sus características vegetacionales, topográficas y edáficas.

Tabla 3–92: Puntos de monitoreo de hongos referenciales, sus coordenadas y características topográficas, edáficas y vegetacionales

Punto	Coordenadas UTM Datum WGS84		Altitud (msnm)	Características
	Norte	Este		
Punto H1	7.489.580	372.819	752	Quebrada seca en zona costera, suelo pedregoso, escasa vegetación de plantas suculentas y xerófilas (4 especies aprox.).

Punto	Coordenadas UTM Datum WGS84		Altitud (msnm)	Características
	Norte	Este		
Punto H2	7.489.098	371.792	780	Cerros costeros con influencia de camanchaca, suelo pedregoso suelto, escasa presencia de cactáceas, mayoritariamente muertas.
Punto H3	7.488.814	371.669	768	Cerros costeros con influencia de camanchaca, suelo pedregoso suelto, escasa presencia de cactáceas, mayoritariamente muertas.
Punto H4	7.490.918	376.771	756	Pampa interior, a 9 km de la costa, suelo pedregoso a arenoso, ausencia total de vegetación.
Punto H5	7.498.116	386.681	960	Pampa interior, a 18 km de la costa, suelo pedregoso a arenoso, ausencia total de vegetación.
Punto H6	7.496.243	394.266	1226	Pampa interior, a 25 km de la costa, suelo pedregoso a arenoso, ausencia total de vegetación.

Fuente: Elaboración propia.

3.7.3.3 Resultados

El área de estudio se divide claramente en dos zonas de condiciones contrastantes para el desarrollo de hongos: la franja costera donde existe una escasa vegetación xerófila, un mínimo nivel de humedad efecto de la camanchaca y algunos restos orgánicos como fuente de alimento, generando condiciones mínimas para el desarrollo de hongos (Figura 3-85).

Figura 3-85: Imágenes del Sector Ductos, zona costera

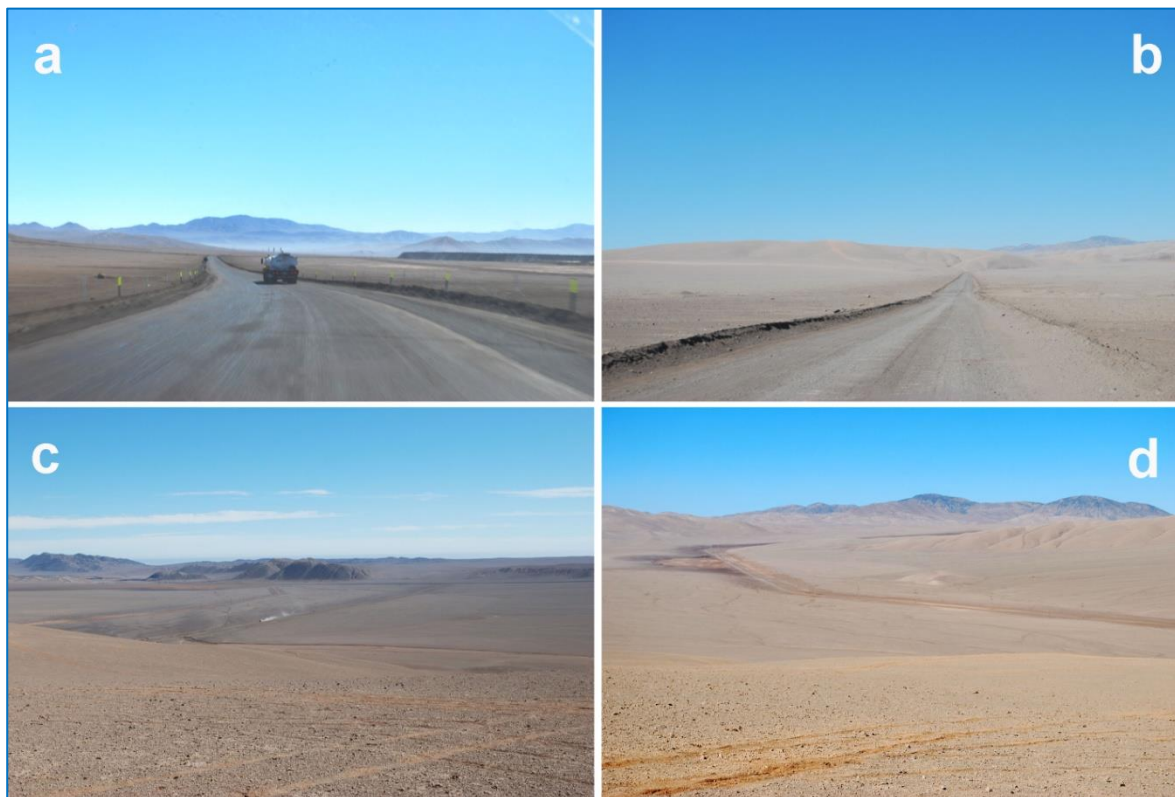


A: vista desde la Ruta 1 hacia el Norte, con restos de la neblina costera; B: vista desde el punto H1 hacia el Sur-poniente, limite de entrada de la neblina costera; C: vista desde el punto H2 hacia el Norte; D: vista desde el punto H3 hacia el Sur-poniente.

Fuente: Registro fotográfico en terreno.

La pampa interior, a partir de más de 2 km de distancia de la costa, carece de toda vegetación y demuestra una aridez absoluta, consecuentemente no existen los recursos básicos para vida fúngica en esta zona (Figura 3-86).

Figura 3-86: Imágenes del Sector Ductos, zona interior

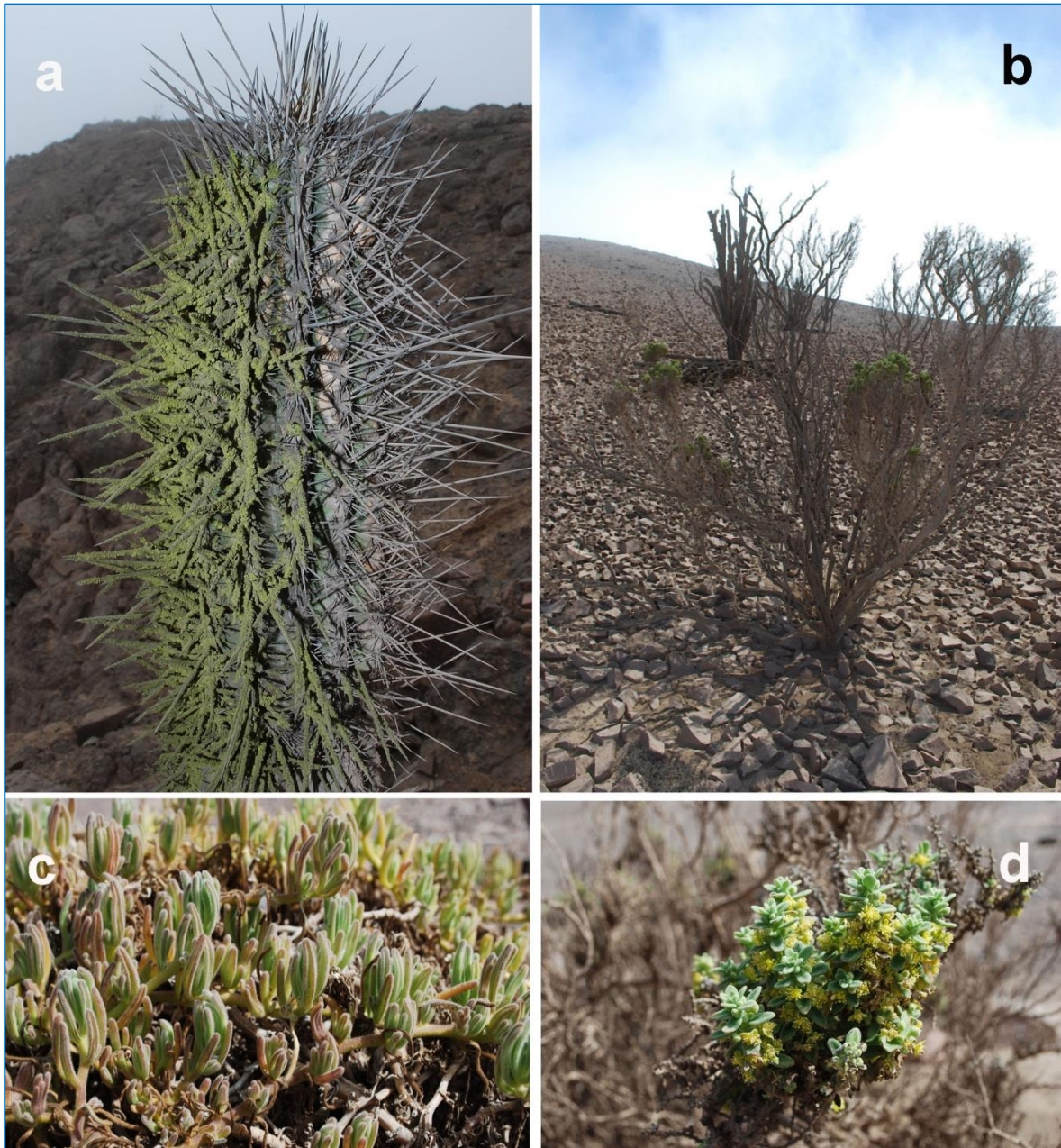


A: vista desde el punto H4 hacia el oriente; B: vista entre los puntos H4 y H5 hacia el oriente; C: vista desde el punto H5 hacia el oriente; D: vista desde el punto H6 hacia el Sur-oriente.

Fuente: Registro fotográfico en terreno.

En la franja costera de la zona de estudio se encuentran restos dispersos de tallos de cactáceas muertas, pero también ramas y raíces secas de otras plantas que constituyen un sustrato adecuado para el desarrollo fúngico (Figura 3-87 y Figura 3-88). Mientras el suelo pedregoso y suelto generalmente carece una cubierta orgánica, esporádicamente se encuentran pequeños parches de suelo orgánico donde la topografía permite su acumulación como por ejemplo entre rocas, resultado del proceso de descomposición prolongada de los mencionados restos vegetales y del microclima adecuado. Finalmente en el sector se observa ocasionalmente feca de mamíferos, probablemente de zorros, que también representa un sustrato adecuado para algunos hongos.

Figura 3-87: Imágenes plantas xerófitas en Quebrada del Diablo



Fuente: Registro fotográfico en terreno.

Figura 3-88: Imágenes material vegetal con potencial sustrato para hongos descomponedores



A y B: tallos muertos de cactáceas; C: raíces secas (*Nolana sp.*); D: tallos secos (*Ephedra?*).
Fuente: Registro fotográfico en terreno.

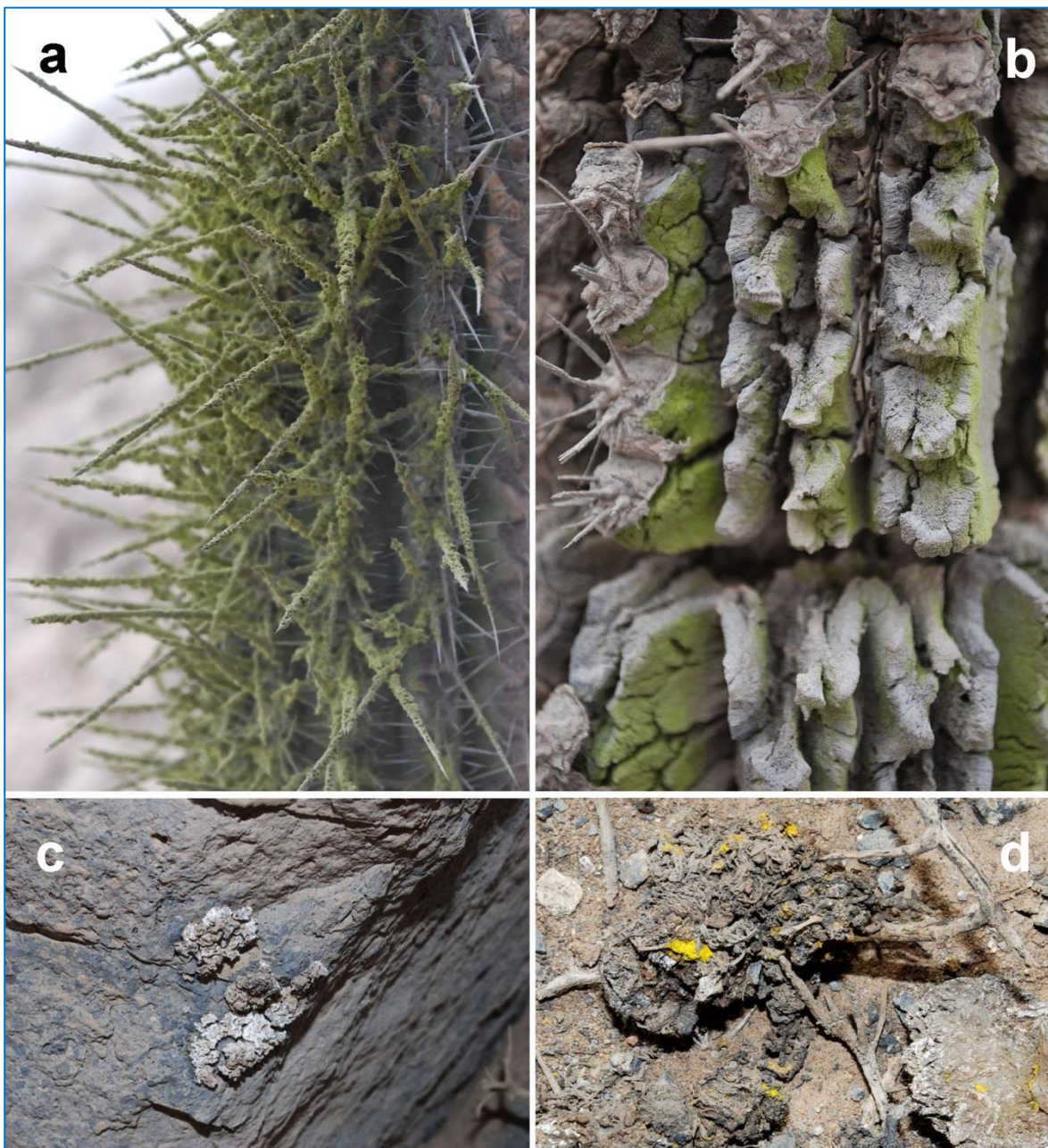
i. Registros de hongos y otros microorganismos en el área de estudio

Dadas las condiciones extremas de la zona de estudio que incluyen una vegetación escasa, poco diversa y muy dispersa, la falta de una capa orgánica de suelo y una sequía casi permanente (según las informaciones del servicio meteorológico, a la fecha del monitoreo no se habían registrado precipitaciones para el año 2014), no sorprende que no se encontraron rastros de macromicetas a la fecha del muestreo. No obstante, se observaron algunas estructuras relacionadas a criptógamas que se documentaron en terreno y se llevaron al laboratorio para realizar los estudios microscópicos correspondientes para su identificación. La primera estructura, más abundante, corresponde a una cubierta de color verde oliváceo, polvorosa, sobre espinas y cutícula de cactáceas vivas expuestas hacia la dirección del ingreso de la neblina costera (punto H2, Figura 3-89a, b). En terreno esta estructura se puede confundir con un líquen. Sin embargo, el análisis microscópico reveló la identidad de un microalga cocal del género *Desmococcus*, posiblemente *D. olivaceus* (Figura 3-90c, d).

Un talo liquénico aislado que se encontró sobre una piedra (punto H3, Figura 3-89c) no fue analizado, dado su estado muy deteriorado.

El avistamiento más relevante, comprobando la presencia de hongos en la zona, consistió en manchas de micelio amarillo sobre un parche de suelo orgánico seco escondido entre rocas (punto H3, Figura 3-89d y Figura 3-90a). Estas fueron las únicas estructuras fúngicas vivas que se encontraron durante el monitoreo. El uso del microscopio en laboratorio permitió observar hifas ramificadas con incrustaciones cristalinas de tono amarillo intenso (Figura 3-90b). Ya que no se encontraron esporas u otras estructuras diagnósticas, no se pudo identificar género o especie. Hongos del suelo con coloraciones e incrustaciones semejantes son *Trechispora vaga* o *Piloderma croceum*, entre otras, pero se trata de especies de regiones templadas y ambientes boscosos.

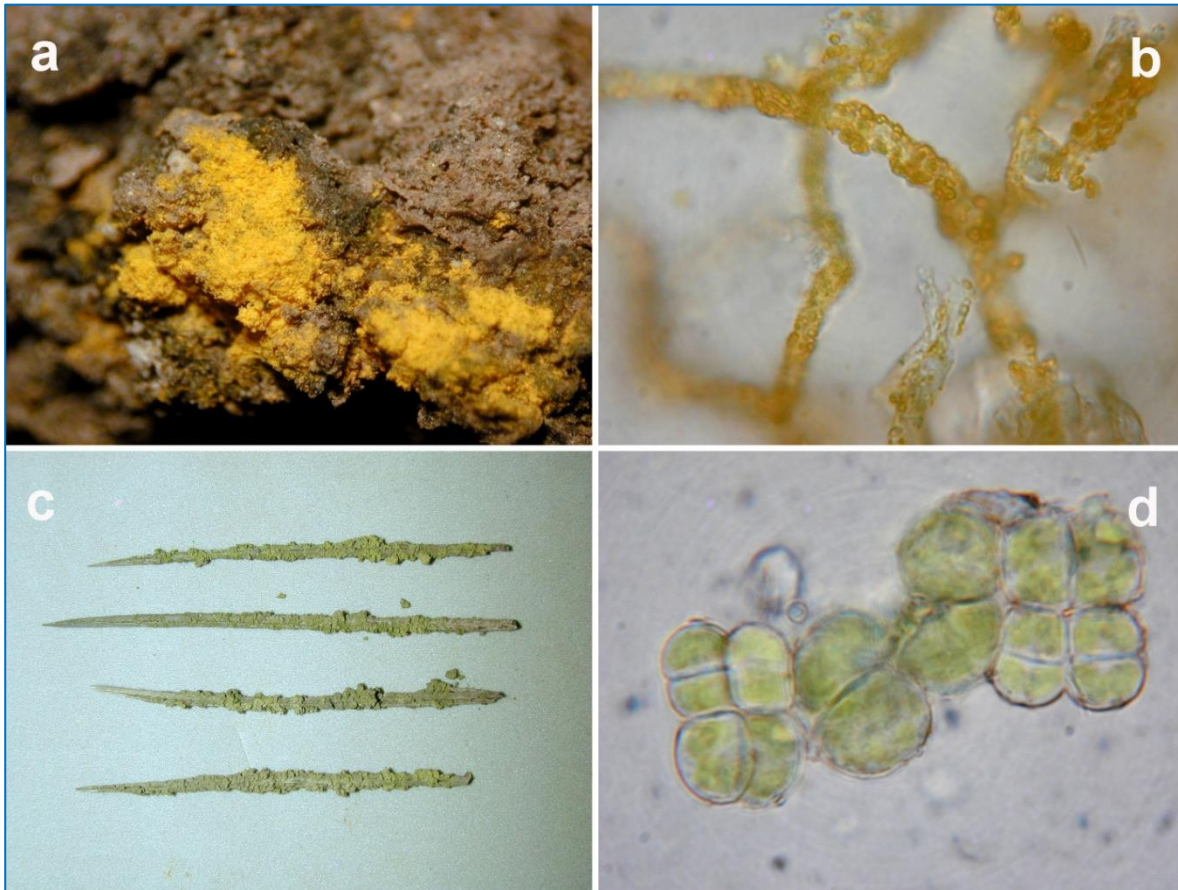
Figura 3-89: Imágenes de estructuras de criptógamas avistadas durante el monitoreo de hongos



A y B: cubierta de microalgas (*Desmococcus*) sobre cactáceas vivas (punto H2); C: talo de líquen seco sobre roca (punto H3); D: micelio fúngico amarillo sobre parche de suelo orgánico (punto H3).

Fuente: Registro fotográfico en terreno.

Figura 3-90: Imágenes micromorfología de criptógamas avistadas durante el monitoreo de hongos



A y B: hongo amarillo del suelo (punto H3); b: hifas con incrustaciones amarillas, aumento 1000x; C y D: microalga (*Desmococcus sp.*) sobre espinas de cactácea (punto H2); d: colonia de células de *Desmococcus*, aumento 1000x.
Fuente: Análisis laboratorio.

3.7.3.4 Conclusiones

La Quebrada del Diablo presenta condiciones ambientales naturales adversas al desarrollo de hongos. La escasa vegetación viva y los restos vegetales en la zona costera no mostraron rastros de presencia de hongos, con la excepción de un parche de micelio vegetativo amarillo sobre restos orgánicos descompuestos entre rocas (punto H3).

Con excepción de una especie de microalga verde cocal (*Desmococcus sp.*) sobre cactáceas vivas en la zona de neblina costera y un talo líquénico aislado, deteriorado sobre roca, no se avistaron otras criptógamas en el entorno.

La zona interior del Sector Ductos (de la Quebrada del Diablo hacia el oriente) y todo el Sector Mina-Planta, corresponden a desierto absoluto, sin rastro de hongos.

3.7.4 Animales Silvestres (Fauna)

3.7.4.1 Introducción

En el presente acápite se entrega la caracterización del componente Fauna, para el área de influencia definida en el Capítulo 2, de acuerdo a lo establecido en la Ley N° 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente y el Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental modificado a través del D.S. N° 40/2012.

3.7.4.2 Metodología

A partir de la revisión de distintos documentos bibliográficos y la información obtenida en terreno, sumado a antecedentes de monitoreos y levantamientos de información de sectores similares y cercanos al área de emplazamiento del Proyecto, se realizó un análisis de las distintas variables faunísticas registradas en el área de estudio.

i. Gabinete pre-terreno

De manera previa a la campaña de terreno se generó una lista con las especies potenciales que habitan el área, para ser corroborada en terreno. Algunas fuentes bibliográficas utilizadas tanto para la identificación de las especies, como para el ajuste de la nomenclatura científica fueron:

- Reptiles y Anfibios: Mella (2005), Pincheira-Donoso & Núñez (2005), Donoso (1966), Cei (1962) Velozo y Núñez (2003).
- Aves: Jaramillo (2003), Araya & Millie (2005).
- Mamíferos: Reise (1973), Campos (1996), Muñoz-Pedrerros & Yáñez (2000), Iriarte (2008).

ii. Campaña de terreno

El levantamiento de información del componente fauna fue desarrollado a partir del desarrollo de diez campañas totales de terreno, enfocadas en el levantamiento de todos los sectores del Proyecto en distintas épocas del año (verano, otoño, invierno y primavera), de tal manera de abarcar distintas estacionalidades y condiciones del componente.

Inicialmente, en invierno - primavera de 2010, se efectuó una campaña en la que se recorrió el área del Proyecto, enfocándose en determinar el área de influencia y, particularmente, en reconocer las singularidades del componente insertas en un entorno de desierto absoluto. Lo anterior, considerando que este tipo de entorno genera condiciones de vida singulares, más que asociadas a una alta diversidad, y por otro lado, generalmente restringidas a ciertos sectores donde logran establecerse. Bajo este escenario, se identificaron ciertos sitios de relevancia,

tales como la Quebrada del Diablo (Sector Ductos), el área de nidificación de gaviota garuma (Sector Ductos) y el muelle (Sector Muelle). En el Sector Mina Planta no se identificó ningún sitio de relevancia particular.

Ya realizado el reconocimiento de las singularidades asociadas al componente, se efectuó una segunda campaña, durante verano de 2011, y una tercera campaña, durante, invierno - primavera de 2011, en estas se realizó el muestreo propiamente tal de la fauna en los distintos sectores del Proyecto y particularmente en los sectores con singularidades.

Conforme fue avanzando la ingeniería del Proyecto, y con esto acotándose y/o variando ciertas áreas de estudio, se realizaron diversas campañas; una cuarta campaña durante primavera de 2012, enfocada en el Sector Mina-Planta y en este la alternativa de la Ruta B-229 y B-233; y una quinta campaña, en verano de 2013, que nuevamente apuntó al muestreo de todos los sectores del Proyecto y particularmente a la Quebrada del Diablo, el área de nidificación de gaviota garuma y el muelle.

Luego, en otoño de 2013, otoño – invierno de 2013, y primavera de 2013, se realizaron campañas enfocadas específicamente en levantar el Sector Mina Planta (zona de empréstitos), el que si bien no presenta singularidades asociadas, si resulta un área extensa y que requirió un importante esfuerzo de muestreo.

Por último, durante dos campañas efectuadas en primavera de 2014, se realizó el levantamiento del Sector Mina-Planta, (en este la alternativa Ruta B-229 y B-233, y el canal de contorno) y Sector Ductos, en este último dándole mayor énfasis al sector de la Quebrada del Diablo.

En la tabla a continuación, se señalan las campañas y los sectores del Proyecto muestreados en cada una de estas

Tabla 3–93: Campañas y épocas de muestreo realizado en el área del Proyecto

N°	Fecha Campaña	Época	Sector muestreado
1	16 a 19 de agosto de 2010	Invierno - primavera	Toda el área del Proyecto (*)(**)
2	3 a 6 de enero de 2011	Verano	Toda el área del Proyecto (**)
3	22 a 24 de agosto de 2011	Invierno - primavera	Toda el área del Proyecto (**)
4	4 a 5 de octubre de 2012	Primavera	Sector Mina-Planta, y alternativa Ruta B-229 y B-233
5	18 de febrero a 1 de marzo de 2013	Verano	Toda el área del Proyecto (**)
6	1 a 3 de mayo de 2013	Otoño	Sector Mina-Planta
7	4 a 6 de junio de 2013	Otoño - invierno	Sector Mina-Planta, zona de empréstitos
8	27 a 29 de noviembre de 2013	Primavera	Sector Mina-Planta, zona de empréstitos

N°	Fecha Campaña	Época	Sector muestreado
9	13 a 16 de octubre de 2014	Primavera	Sector Mina-Planta, y en este alternativa Ruta B-229 y B-233, zona de empréstitos. Y Sector Ductos
10	1 a 2 de diciembre de 2014	Primavera	Sector Mina-Planta, alternativa Ruta B-229 y B-233 y canal de contorno

(*) Recorrido de toda el área del Proyecto y reconocimiento de singularidades asociadas al componente.

(**) Área de influencia del Proyecto en Sector Mina-Planta, Sector Ductos y Sector Muelle.

Fuente: Elaboración propia.

Como se detalla a continuación, en cada campaña inicialmente se definió el área de estudio del componente, luego en la prospección en terreno se efectuó la identificación de sitios de interés para la fauna y la determinación de los ambientes presentes en el área de influencia del Proyecto, a partir de esto se pudieron determinar los puntos de muestreo y la determinación del esfuerzo de muestreo, considerando una metodología particular por clase para el registro de las especies silvestres.

Determinación del área de estudio

El área de estudio inicialmente se consideró en función al área de influencia del Proyecto. Luego, esta fue variando conforme se fueron generando cambios y/o acotaciones en la ingeniería del Proyecto. Por lo anterior, el área de estudio cubre un área mayor que el área de influencia del Proyecto, y se optó por mantener los puntos de muestreo que quedaran fuera del área de influencia con el objetivo de entregar la mayor cantidad de información posible con respecto al componente fauna en el área del Proyecto.

Sitios de interés para la Fauna

Durante la prospección del área se llevó a cabo la búsqueda de sitios de interés faunístico en las áreas de influencia del Proyecto.

Un sitio de interés para la fauna se definió como aquel que, según el contexto medioambiental en el cual esté inserto, presenta características emblemáticas para la fauna de un sector, puesto que entrega condiciones y recursos difíciles de reemplazar y/o presenta características particulares asociadas a especies singulares. Entre estos se pueden mencionar afloramientos de agua utilizados como abrevaderos, condoreras, loreras, corredores biológicos, sitios de nidificación, entre otros.

Determinación de Ambientes

Los diferentes tipos de ambientes determinan la existencia de recursos particulares, los que a su vez definen la existencia de comunidades faunísticas diferenciales. Así, cada ambiente representa la expresión geográfica práctica de las comunidades de vertebrados terrestres.

Inicialmente se realizó la prospección general del área de influencia para identificar el o los tipos de ambientes presentes. Los criterios básicos utilizados para determinar y diferenciar estos ambientes son los definidos por el componente Flora y Vegetación en el acápite 3.7.2.3i Contexto Fitogeográfico. A partir de esto, se definen para el área de influencia tres ambientes distintos.

Desierto Andino (Desierto de los Aluviones)

Este ambiente se encuentra en parte del Sector Mina-Planta, particularmente en el área de emplazamiento de la alternativa Ruta B-229 y B-233. Se identifica como un ambiente cuya fisonomía de arbustos es extremadamente xerofítica, con coberturas muy ralas y amplios sectores desprovistos de vida vegetal.

Desierto Absoluto (Desierto Interior)

La parte Oeste del Sector Mina-Planta y la mayor parte del Sector Ductos se encuentra dentro de este ambiente. Se caracteriza por la ausencia de vida vegetal, y por tanto de cobertura, salvo bajo algunas condiciones localizadas, todo ello consecuencia de las bajas o nulas precipitaciones. Por otro lado, es un ambiente con muy pocas estructuras capaces de entregar refugio y condiciones para la vida (Figura 3-91a).

Desierto Costero

Este ambiente está presente en Sector Muelle, y el último tramo de Sector Ductos, específicamente, en el sector denominado Quebrada del Diablo. Dadas las condiciones, este ambiente presenta vegetación sólo en áreas muy localizadas debido a la acción favorable de la neblina costera (Figura 3-91b).

Figura 3-91: Ambientes de desierto andino (a), absoluto (b) y costero (c)



A Desierto andino



b Desierto absoluto



c Desierto costero

Fuente: Registro fotográfico en terreno.

Una vez definidos los ambientes, en estos se establecieron los puntos de muestreo y la metodología aplicada por clase, como se señala a continuación:

Puntos de Muestreo

Para caracterizar la fauna terrestre se realizaron puntos de muestreo, estos representaron una metodología específica según el grupo de vertebrados a muestrear. Para su aplicación se consideró lo siguiente:

- Ubicación dentro del área de estudio definida.
- Ubicación en los diferentes ambientes definidos y por sector de obras.
- Puntos de muestreo georreferenciados mediante GPS en sistema de coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator) Datum WGS84.

Determinación de esfuerzo de muestreo

El esfuerzo de muestreo se definió estableciendo el número mínimo de puntos de muestreo y la distribución de los puntos de acuerdo a muestreo sistemático y dirigido, como se señala a continuación.

- Número mínimo de puntos de muestreo

De manera previa a las campañas, se realizó una evaluación estadística (Zar, 2009) del esfuerzo de muestreo requerido, para definir el número mínimo de puntos de muestreo a efectuar, que consistió en lo siguiente:

Puesto que la determinación del tamaño muestral (n) depende de numerosos factores, incluyendo los objetivos del estudio y, fundamentalmente, la magnitud del tamaño poblacional. Resulta claro que para una comunidad de mayor riqueza específica, se requerirá un mayor número de muestras para obtener una estimación apropiada de ella, y vice versa.

Algunos factores fundamentales y considerados para determinar n son:

- Nivel de precisión deseado.
- Nivel de confianza estadística.
- Grado de variabilidad en el atributo medido.

En general, los niveles de precisión y de confianza estadística se fijan, de manera convencional, en 5% y 95% respectivamente. No obstante, el grado de variabilidad del atributo medido depende de la naturaleza misma de la comunidad bajo estudio y, por lo tanto, es difícil estimar su valor a priori.

En el caso del área del Proyecto, según antecedentes bibliográficos y los registros hechos en las distintas campañas, se reconoce como corresponde a un ambiente altamente homogéneo y con una baja diversidad potencial de vertebrados terrestres.

Por lo anterior, dado que se conoce la variación en el atributo medido (Ej.: riqueza de especies), es posible estimar n utilizando la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 \sigma^2}{e^2}$$

Donde Z corresponde a la abscisa de la curva normal que corta la distribución a una distancia igual a σ en las colas (1,96 para una confianza estadística del 95%), σ^2 corresponde a la varianza en el atributo, y e es el nivel de precisión. Así, asumiendo niveles de precisión y confianza convencionales, n corresponde a:

$$n = \frac{(1,96)^2 \sigma^2}{(0,05)^2}$$

$$n = 1536,64 \sigma^2$$

Así, si consideramos para la comunidad una varianza de 0,01 en los atributos medidos, el tamaño mínimo muestral necesario sería de 15 puntos:

$$n = 1536,64 \sigma^2 = 1536,64 \times 0,01 = 15,36$$

- Distribución de puntos de muestreos

Se determinó la ubicación de los puntos de muestreo, de acuerdo a las características de homogeneidad del ambiente a muestrear, utilizando muestreo sistemático y dirigido.

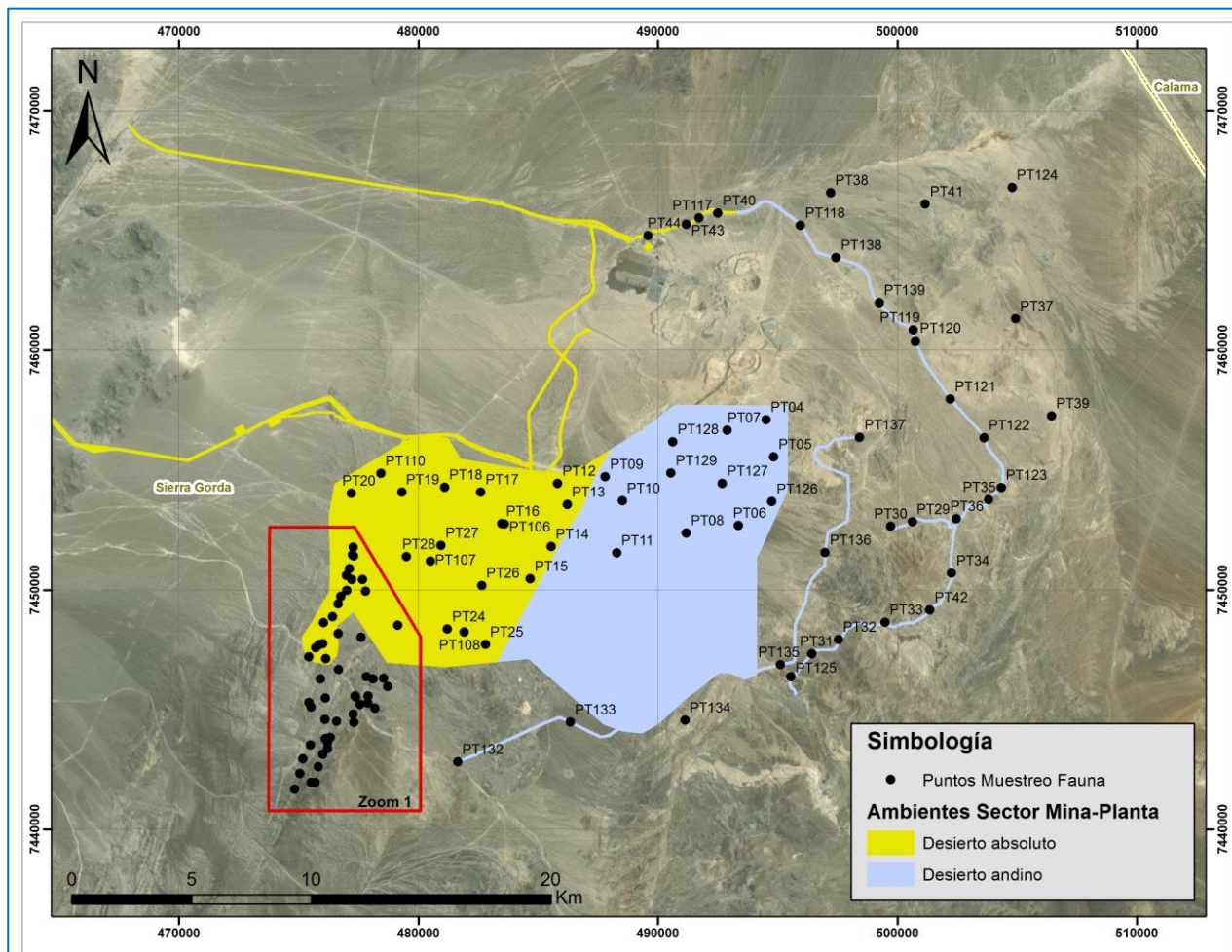
Muestreo sistemático: se distribuyeron los puntos de manera uniforme en el área de estudio, de manera que todos los sectores del área quedaran representados.

Muestreo dirigido: Una vez en terreno se sumaron algunos puntos de muestreo en aquellos sectores dentro del ambiente de desierto absoluto, en donde se consideró una mayor probabilidad de presencia de rastros y/o registros (ej: sectores con gran cantidad de piedras, taludes y agrupaciones de dos a más individuos vegetales).

Por otro lado, es preciso señalar, que para lograr muestrear los puntos establecidos, fue necesario dirigirse de un extremo a otro del área del Proyecto, lo que implicó recorrer y realizar observaciones en gran parte del área.

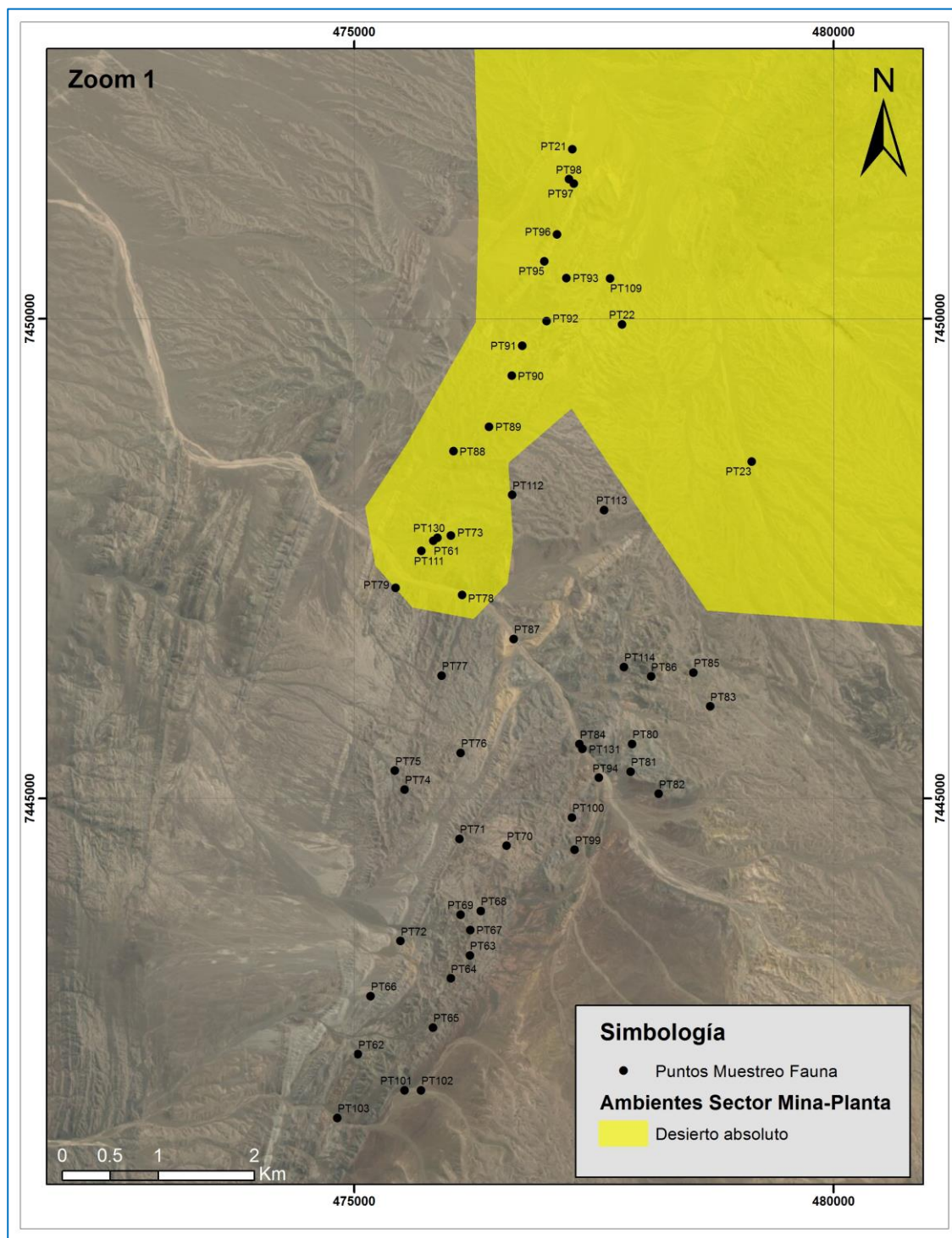
La localización geográfica de los puntos de muestreo individuales para cada Sector se presenta a continuación (Figura 3-92 a Figura 3-96). El detalle en coordenadas se entrega en el Anexo 3-7.

Figura 3-92: Ubicación de puntos de muestreo en el Sector Mina-Planta (1)



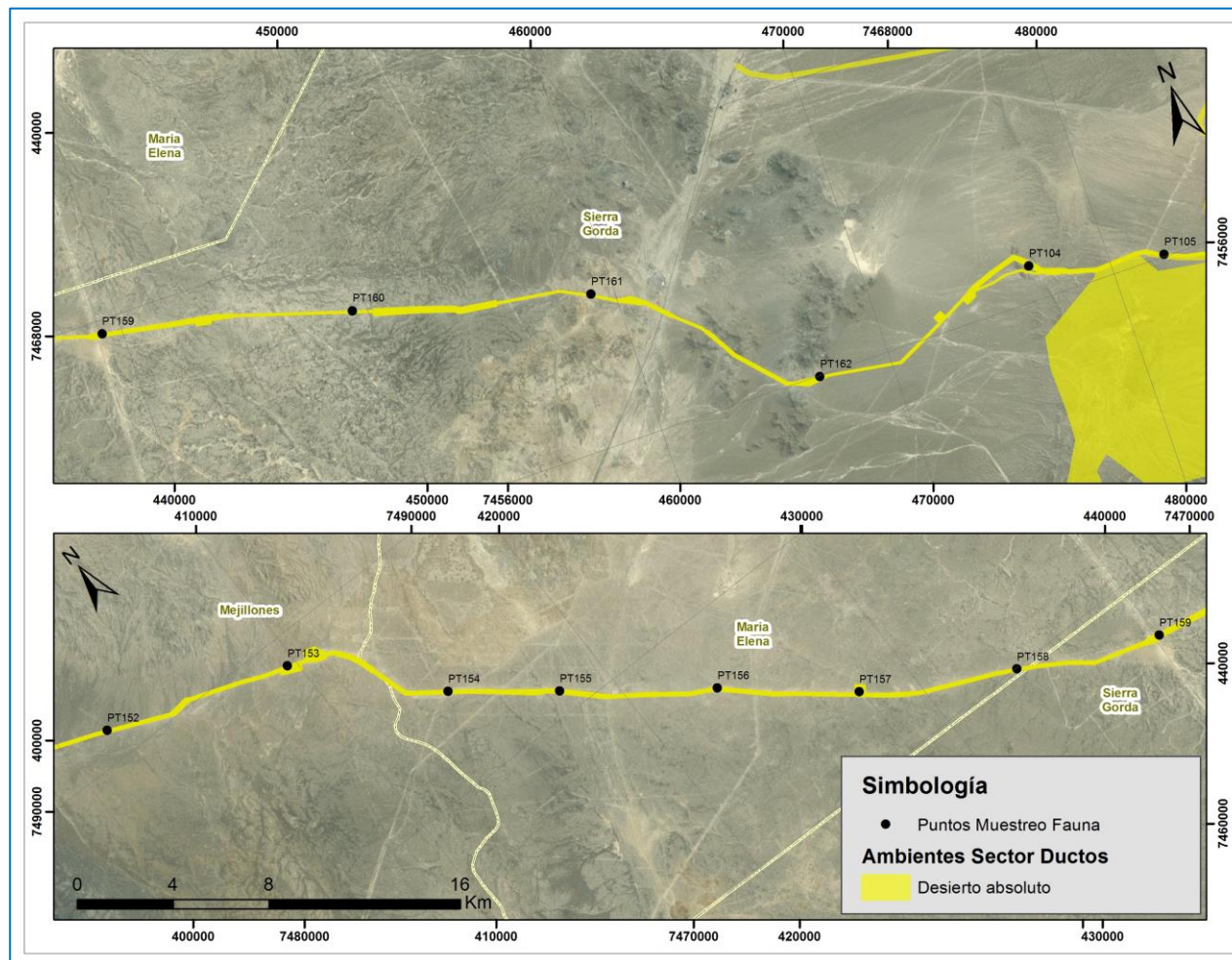
Fuente: Elaboración propia.

Figura 3-93: Ubicación de puntos de muestreo en el Sector Mina-Planta (2), zona empréstos



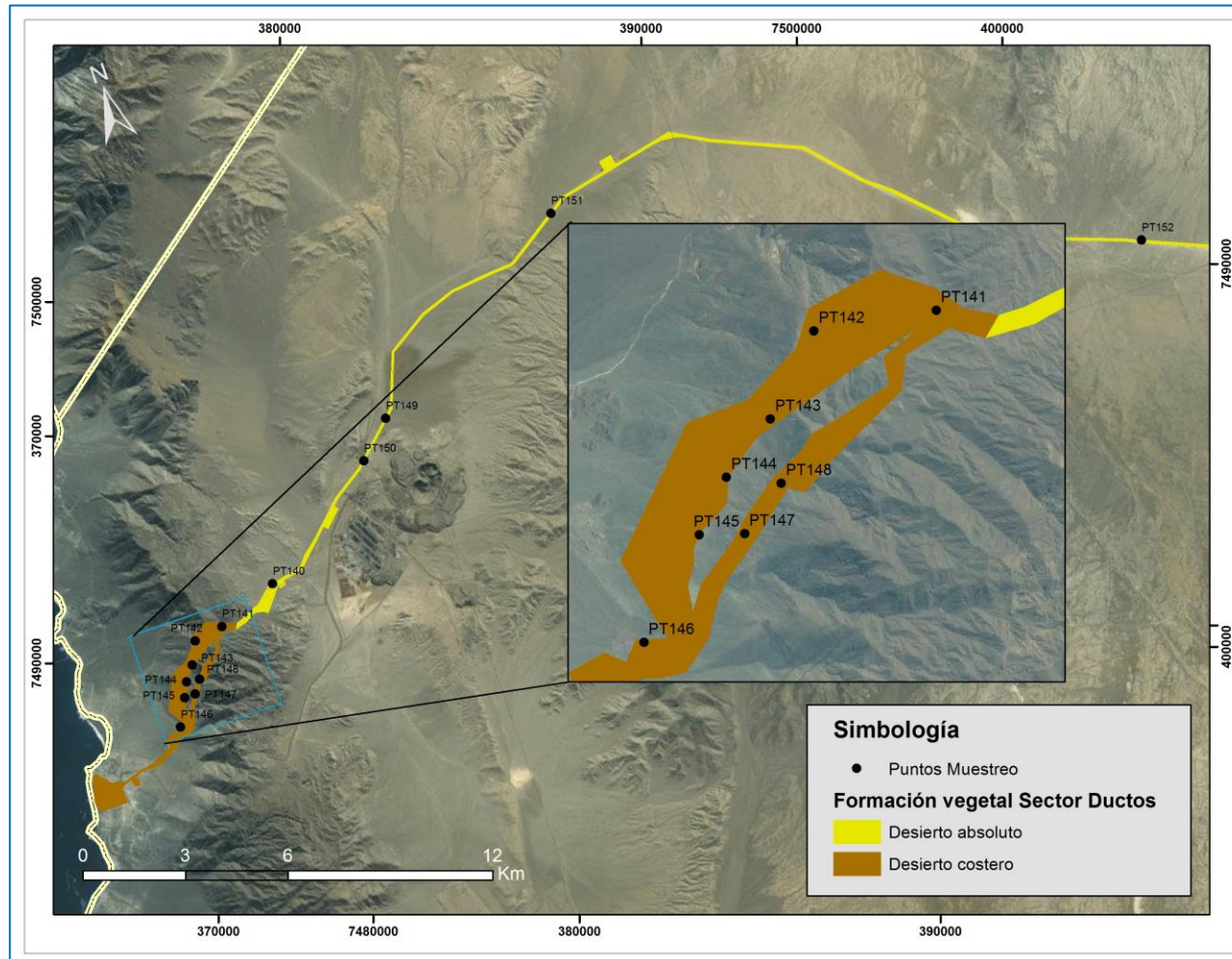
Fuente: Elaboración propia.

Figura 3-94: Ubicación de puntos de muestreo en el Sector Ductos (1)



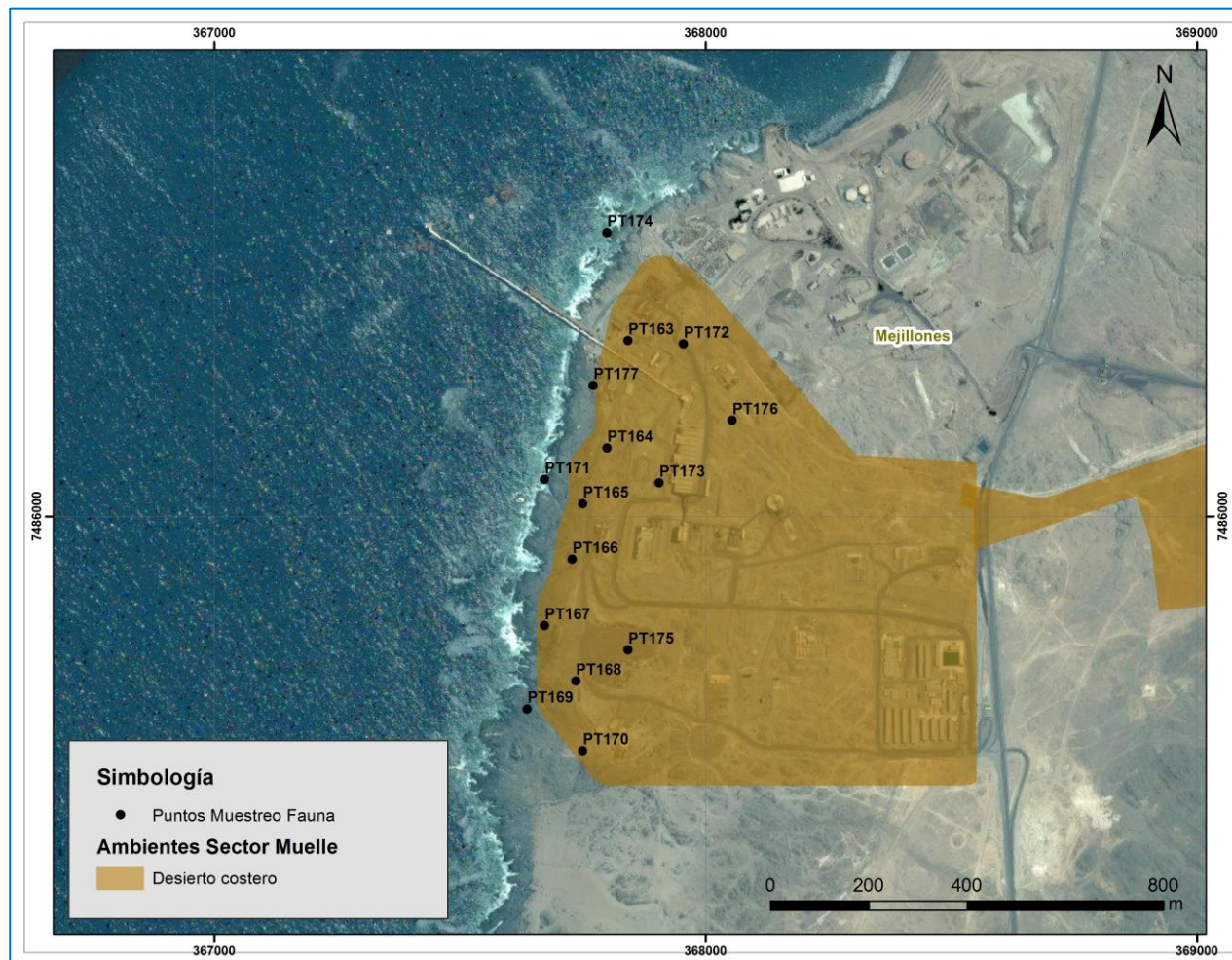
Fuente: Elaboración propia.

Figura 3-95: Ubicación de puntos de muestreo en el Sector Ductos (2), Quebrada del Diablo



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3-96: Ubicación de puntos de muestreo en el Sector Muelle



Fuente: Elaboración propia.

Metodologías por Clase

a) Anfibios

Se considero realizar una búsqueda de evidencias directas e indirectas en los potenciales escondites y/o refugios que pudieran utilizar durante el día, sin embargo dadas las condiciones ambientales no aptas para la presencia de esta taxa en el área de estudio el esfuerzo de búsqueda se limito a esta condición.

b) Reptiles

Búsqueda dirigida

Se realizó una búsqueda de evidencias directas e indirectas en los potenciales escondites y/o refugios que pudieran utilizar durante el día, tales como sectores soleados, rocosos y/o escasamente vegetados.

Transectas

Se describieron itinerarios a pie, en los cuales se hicieron los registros dentro de los límites dados por la capacidad de detección visual del ambiente. Esta capacidad de detección se estimó en tres metros a ambos lados de la línea de progresión. Dado lo anterior, se describieron transectas pedestres de 100 m de longitud x 10 metros de ancho (1.000 m²), durante aproximadamente 8 minutos. Las transectas fueron realizadas durante la mañana y durante la tarde, aprovechando las horas de mayor actividad de estos individuos.

El esfuerzo de muestreo aplicado para el registro de reptiles se indica en la Tabla 3–94.

Tabla 3–94: Esfuerzo de muestreo para el registro de reptiles

Metodología de registro	Nº de campañas	Nº de puntos de muestreo por Sector			Nº de puntos de muestreo totales	Nº de profesionales	Días totales	Horario
		Mina-Planta	Ductos	Muelle				
Búsqueda dirigida	10 en Mina-Planta 5 en Ductos	-	-	-	-	1	37	9:00 – 13:00 14:00 - 18:00
Transectas	4 en Muelle	111	23	14	148			

Fuente: Registro en terreno.

c) Aves

Búsqueda dirigida

Para determinar riqueza en el área, se efectuó una búsqueda de evidencias directas e indirectas tales como plumas, egagrópilas, huellas, fecas, restos óseos, entre otras.

Puntos de aves

Se realizaron observaciones de aves mediante el registro de individuos potenciales, a partir de observación directa (binoculares 10x25) y el reconocimiento de vocalizaciones.

Cada uno de los puntos cubrió una superficie circular de aproximadamente 50 metros de radio (7.850 m²). En cada punto se emplearon cinco minutos para estabilizar el comportamiento de las aves (Reynolds *et al.* 1980) a partir de lo cual se realizó un conteo de las aves durante ocho a diez minutos (Jarvinen 1978; Fuller y Langslow 1984).

El esfuerzo de muestreo aplicado para el registro de aves se indica en la tabla a continuación:

Tabla 3–95: Esfuerzo de muestreo de aves

Metodología de registro	Nº de campañas	Nº de puntos de muestreo por Sector			Nº de puntos de muestreo totales	Nº de profesionales	Días totales	Horario
		Mina-Planta	Ductos	Muelle				
Búsqueda dirigida	10 en Mina-Planta 5 en Ductos	-	-	-	-	1	37	8:00 – 13:00 14:00 – 18:00
Transectas	4 en Muelle	111	23	14	148			

Fuente: Registro en terreno.

d) Mamíferos

Las metodologías de muestreo para mamíferos se dividieron en las empleadas para macromamíferos (mamíferos de tamaño mediano y grande) y micromamíferos (mamíferos de tamaño pequeño).

▪ **Macromamíferos**

Búsqueda dirigida

Para determinar riqueza en el área, se efectuó una búsqueda de evidencias directas e indirectas tales como madrigueras, cuevas, fecas, restos óseos, entre otras.

Transectas

Para determinar riqueza y abundancia de individuos pertenecientes a este grupo de vertebrados se realizaron transectas pedestres de 100 x 6 metros (600 m²), durante 8 minutos, con el objetivo de obtener cualquier evidencia directa o indirecta.

Estaciones olfativas

En el radio de captación de las trampas cámara se instalaron estaciones olfativas, de manera tal de registrar rastros y/o huellas. Para su implementación se despejó un área de 1 m de

diámetro generando un sustrato adecuado para la impresión de huellas, colocándose en el centro un cebo (atun). Las estaciones olfativas fueron revisadas al día siguiente de su instalación.

Trampas cámara

Se colocaron trampas cámara (Bushnell ®: Trophy Camera Brown, Modelo 119436) durante 2 noches. Este tipo de equipo, consta de un censor de movimiento que detecta al individuo en el entorno, y saca una fotografía de este.

Es preciso señalar, que en áreas aledañas a la del proyecto también se colocaron cuatro trampas cámara (para otro proyecto), cuyos registros fueron considerados, dada la cercanía al área de interés y la movilidad de la especie objetivo (*Lycalopex culpaeus*).

El esfuerzo de muestreo aplicado para el registro de macromamíferos se indica en la tabla a continuación:

Tabla 3–96: Esfuerzo de muestreo para el registro de macromamíferos

Metodología de registro	Nº de campañas	Nº de puntos de muestreo por Sector			Nº de puntos de muestreo totales	Nº de profesionales	Días totales	Horario
		Mina-Planta	Ductos	Muelle				
Búsqueda dirigida	10 en Mina-Planta	-	-	-	-	1	37	10:00 – 13:00 14:00 – 18:00
Transectas	5 en Ductos 4 en Muelle	111	23	14	148			
Estaciones olfativas	5 en Mina-Planta y Ductos	10	1	-	11	1	12	18:00 – 19:00 9:00 – 10:00
Trampas cámara		10	1	-	11			

Fuente: Registro en terreno.

▪ Micromamíferos

Búsqueda dirigida

Para determinar riqueza de micromamíferos en el área (roedores y/o marsupiales), se realizó una búsqueda de evidencias directas e indirectas tales como madrigueras, fecas, restos óseos entre otras.

Captura

Las capturas realizadas durante la primera campaña (16 al 19 de agosto de 2010), se ejecutaron de acuerdo a la autorización del Departamento de Protección de Recursos Naturales

Renovables del Servicio Agrícola y Ganadero (Región Metropolitana) mediante la Resolución Exenta N° 4114 válida entre el 20 julio de 2010 y el 31 de agosto de 2010.

Las capturas efectuadas durante la sexta, séptima y octava campañas se realizaron de acuerdo a la autorización del Departamento de Protección de Recursos Naturales Renovables del Servicio Agrícola y Ganadero de la Región de Antofagasta que fue otorgada mediante la Resolución Exenta N° 388 válida entre el 26 de abril de 2013 y el 26 de abril de 2014.

Por ultimo, las capturas efectuadas durante la novena campaña (13 al 16 de octubre de 2014) se ejecutaron de acuerdo a la autorización del Departamento de Protección de Recursos Naturales Renovables del Servicio Agrícola y Ganadero de la Región de Antofagasta que fue otorgada mediante la Resolución Exenta N° 1146 válida entre el 2 de octubre de 2014 y el 2 de octubre de 2015.

Copias de las tres resoluciones exentas otorgadas se adjuntan en el Anexo 3-7.

Durante la primera, sexta, séptima y octava campaña se utilizaron 40, 50, 50 y 50 trampas Sherman respectivamente, durante 2 noches, las cuales fueron ubicadas en transectos lineales de 100 m de largo y 5 m de ancho (500 m²), en grupos de 10 trampas, con una separación de 10 m entre una y otra.

Las campañas sexta a novena solo consideraron el trapeo en un área del Sector Mina-Planta, puesto que fue el único Sector donde se registraron evidencias indirectas de la presencia de roedores, tales como fecas y/o madrigueras.

Las trampas fueron cebadas con avena y esencia de vainilla, y colocadas bajo condiciones climáticas y/o horarios del día en los cuales los individuos que potencialmente fueran capturados no se vieran afectados por las temperaturas.

El esfuerzo de muestreo aplicado para el registro de micromamíferos se indica en la Tabla 3–97.

Tabla 3–97: Esfuerzo de muestreo para el registro de micromamíferos

Metodología de registro	N° de campañas	N° de puntos de muestreo por Sector			N° de puntos de muestreo totales	N° de profesionales	Días totales	Horario
		Mina-Planta	Ductos	Muelle				
Búsqueda dirigida	10 en Mina-Planta 5 en Ductos 4 en Muelle	-	-	-	-	1	37	10:00 – 13:00 14:00 – 18:00
Captura	4 en Mina-Planta 1 en Muelle	10	-	1	11	1	10	18:00 – 19:00 7:00 – 8:30

Fuente: Registro en terreno.

iii. **Gabinete post-terreno**

El trabajo de gabinete consistió en la clasificación y determinación de la densidad estimada de las especies registradas. Y la identificación del grado de antropización de los ambientes registrados.

Clasificación de Especies

A partir de la información obtenida en terreno se clasificaron las especies registradas de acuerdo a su origen, estado de conservación, movilidad y estado de riesgo.

a) Origen

Corresponde a la clasificación de las especies en función de su origen biogeográfico, destacando entre estas aquellas especies endémicas. Las categorías utilizadas se señalan en la Tabla 3–98.

Tabla 3–98: Categorías y definiciones utilizadas para clasificación de fauna según origen

Categoría	Nomenclatura	Definición
Nativa	N	Especie originaria del territorio nacional; que ocupa un área sin mediar intervención antrópica.
Endémica	E	Especie cuya distribución está restringida al territorio nacional.
Introducida	I	Especie no originaria del país, cuya presencia responde a intervención voluntaria o involuntaria del hombre. Pueden encontrarse en estado doméstico o silvestre.

b) Estado de Conservación

Se entiende como “especies en categoría de conservación” aquellas especies clasificadas en alguna de las categorías de conservación establecidas en la legislación nacional.

Para efectos del presente informe y en concordancia con lo señalado en el documento “Prelación para efectos del SEIA de las clasificaciones y/o categorizaciones de especies de flora y fauna silvestre”, se consideraron los siguientes listados:

1. Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (RCE) (D.S. N° 75/2004) y sus procesos 1º, 2º, 3º, 4º, 5º, 6º, 7º, 8º, 9º y 10º oficializados a través de los D.S. N° 151/2006, D.S. N° 50/2008, D.S. N° 51/2008, D.S. N° 23/2009, D.S. N° 33/2011, D.S. N° 41/2011, D.S. N° 42/2011, D.S. N° 19/2012, D.S. N° 13/2013 y D.S. N° 52/2014.
2. Ley de Caza y su reglamento (Ley N° 19.473/1996 y D.S. N° 5/1998).

Según lo indicado en el mismo documento, se consideró como categoría definitiva para cada especie, la proveniente del proceso más actual del RCE, o en su defecto, a la informada por el Reglamento de la Ley de Caza.

Para efectos de los procesos 1º, 2º, 3º y 4º del RCE, las categorías de conservación son las indicadas en la Tabla 3–99.

Tabla 3–99: Categorías de conservación para los procesos 1º, 2º, 3º y 4º del RCE

Categoría	Nomenclatura	Definición
Extinta	EX	Cuando prospecciones exhaustivas en su hábitat conocido y/o esperado, efectuadas en las oportunidades apropiadas y en su área de distribución histórica, no hayan detectado algún individuo en estado silvestre.
En peligro de extinción	EP	Cuando enfrente un riesgo muy alto de extinción.
Vulnerable	VU	Cuando, no pudiendo ser clasificada en la categoría “En Peligro de extinción”, enfrente un riesgo alto de extinción.
Rara	RA	Cuando sus poblaciones ocupen un área geográfica pequeña, o estén restringidas a un hábitat muy específico que, en sí, sea escaso en la naturaleza. También se considerará “Rara” aquella especie que en forma natural presente muy bajas densidades poblacionales, aunque ocupe un área geográfica mayor.
Insuficientemente conocida	IC	Cuando existiendo presunciones fundadas de riesgo, no haya información suficiente para asignarla a una de las categorías de conservación anteriores.
Fuera de peligro	FP	Cuando haya estado incluida en alguna de las categorías señaladas anteriormente y, en la actualidad, se la considere relativamente segura por la adopción de medidas efectivas de conservación o en consideración a que la amenaza que existía ha cesado.

Para efectos del 5º, 6º, 7º, 8º, 9º y 10º proceso del RCE, las categorías de conservación son las indicadas en la Tabla 3–100.

Tabla 3–100: Categorías de conservación del 5º, 6º, 7º, 8º, 9º y 10º proceso del RCE

Categoría	Nomenclatura	Definición
Extinto	EX	Un taxón está Extinto cuando no queda ninguna duda razonable de que el último individuo existente ha muerto. Se presume que un taxón está Extinto cuando prospecciones exhaustivas de sus hábitats, conocidos y/o esperados, en los momentos apropiados (diarios, estacionales, anuales), y a lo largo de su área de distribución histórica, no ha podido detectar un solo individuo. Las prospecciones deberán ser realizadas en períodos de tiempo apropiados al ciclo de vida y formas de vida del taxón.
Extinto en vida silvestre	EW	Un taxón está Extinto en Estado Silvestre cuando sólo sobrevive en cultivo, en cautividad o como población (o poblaciones) naturalizadas completamente fuera de su distribución original. Se presume que un taxón está Extinto en Estado Silvestre cuando prospecciones exhaustivas de sus hábitats, conocidos y/o esperados, en los momentos apropiados (diarios, estacionales, anuales), y a lo largo de su área de distribución histórica, no han podido detectar un solo individuo. Las prospecciones deberán ser realizadas en períodos de tiempo apropiados al ciclo de vida y formas de vida del taxón.
En peligro crítico	CR	Un taxón está En Peligro Crítico cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple cualquiera de los criterios para En Peligro Crítico y, por consiguiente, se considera que se está enfrentando a un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre.
En peligro	EN	Un taxón está En Peligro cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple cualquiera de los criterios para En Peligro y, por consiguiente, se considera que se está enfrentando a un riesgo muy alto de extinción en estado silvestre.
Vulnerable	VU	Un taxón es Vulnerable cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple cualquiera de los criterios para Vulnerable y, por consiguiente, se considera que se está enfrentando a un riesgo alto de extinción en estado silvestre.
Casi amenazado	NT	Un taxón está Casi Amenazado cuando ha sido evaluado según los criterios y no satisface, actualmente, los criterios para En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable; pero está próximo a satisfacer los criterios, o posiblemente los satisfaga, en el futuro cercano.
Preocupación menor	LC	Un taxón se considera de Preocupación Menor cuando, habiendo sido evaluado, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías de En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable o Casi Amenazado. Se incluyen en esta categoría taxones abundantes y de amplia distribución.

Categoría	Nomenclatura	Definición
Datos deficientes	DD	Un taxón se incluye en la categoría de Datos Insuficientes cuando no hay información adecuada para hacer una evaluación, directa o indirecta, de su riesgo de extinción basándose en la distribución y/o condición de la población. Un taxón en esta categoría puede estar bien estudiado, y su biología ser bien conocida, pero carecer de los datos apropiados sobre su abundancia y/o distribución. Datos Insuficientes no es por lo tanto una categoría de amenaza. Al incluir un taxón en esta categoría se indica que se requiere más información, y se reconoce la posibilidad de que investigaciones futuras demuestren que una clasificación de amenazada pudiera ser apropiada.
No evaluado	NE	Un taxón se considera No Evaluado cuando todavía no ha sido clasificado en relación a estos criterios.

Para efectos del Reglamento de la Ley de caza, las categorías de conservación son las indicadas en la Tabla 3–101.

Tabla 3–101: Categorías de conservación del Reglamento de la Ley de Caza

Categoría	Nomenclatura	Definición
En peligro de extinción	EP	Especie de la fauna silvestre expuesta a la amenaza de desaparecer, a corto o mediano plazo del patrimonio faunístico nacional.
Vulnerable	VU	Especie de la fauna silvestre que por ser objeto de una caza o captura intensiva, por tener una existencia asociada a determinados hábitats naturales que están siendo objeto de un progresivo proceso de destrucción o alteración, o debido a la contaminación de su medio vital, o a otras causas, están experimentando un constante retroceso numérico que puede conducirlos al peligro de extinción.
Rara	R	Especie de la fauna silvestre cuya población, ya sea por tener una distribución geográfica muy restringida por encontrarse en los últimos estadios de su proceso de extinción natural, son y han sido escasas desde tiempos inmemoriales.
Escasamente conocida	EC	Especie de la fauna silvestre respecto de la cual sólo se dispone de conocimientos científicos rudimentarios e incompletos para determinar su correcto estado de conservación.

c) Movilidad

Se entiende como la capacidad de escape natural de las especies ante cambios en su hábitat. Este criterio se aplica ya que mientras menor es la movilidad de las especies, menor es la

probabilidad de migración natural ante perturbaciones. Para su determinación se utilizó la guía del SAG (2004) (Tabla 3–102).

Tabla 3–102: Categorías de Movilidad según SAG, 2004

Categoría	Nomenclatura	Definición
Movilidad alta	A	Individuos que tienen la capacidad de desplazarse grandes distancias en poco tiempo por sus propios medios.
Movilidad media	M	Individuos que tienen la capacidad de desplazarse distancias intermedias o bajas, por sus propios medios.
Movilidad baja	B	Individuos que poseen rangos de desplazamiento muy reducidos, generalmente lo hacen sólo a unos pocos metros de sus cuevas o madrigueras.

Densidad Estimada

A partir de los resultados obtenidos en los diversos puntos de muestreo se calculó la densidad estimada de las especies registradas:

Densidad estimada (DE): estimación del número de individuos de una misma especie presentes en una unidad de área definida. Para efectos de este estudio se calculó en individuos/hectáreas (Ind/ha).

Es preciso señalar que la densidad se indica como estimada, puesto que no resulta de un estudio científico acabado y específico para la especie, y se asocia al esfuerzo y muestreo realizado.

Revisión de Monitoreos y Antecedentes

A partir de la información incluida en los monitoreos de fauna realizados y entregados por el Proyecto Esperanza y Antucoya, y según registros obtenidos recientemente (2012) de levantamientos de información en sectores con similitud de ambientes y cercanos al prospectado, se procedió a realizar un análisis y referencia de las especies presentes por Sector.

Dado lo anterior, se incluye el tipo de registro de las especies indicándose si este fue en base a antecedentes (monitoreos o levantamientos de información de sectores similares, cercanos y recientes) o registros de terreno (campañas de terreno realizadas en el área del Proyecto).

3.7.4.3 Resultados

A continuación se entregan los resultados presentados bajo cuatro puntos: sitios de interés para la fauna, registros de especies nativas por Sector y resumen de los registros.

i. Sitios de interés de Fauna

Sector Ductos

▪ **Sitios de nidificación de *Leucophaeus modestus* en Sector Ductos**

En conformidad con los datos recopilados de los monitoreos de *Leucophaeus modestus* (anteriormente *Larus modestus*) del Proyecto Antucoya (RCA N° 128/2011), se ubica en cercanía a las obras del Sector Ductos un área potencial para el anidamiento de *L. modestus*, especie catalogada como Vulnerable según la Ley de Caza (1996).

L. modestus (gaviota garuma) es un ave marina típica del Norte de Chile que, no obstante desarrolla su actividad trófica en la costa, nidifica en pleno desierto, en zonas sin vegetación ni agua (Guerra, 1983; Jaramillo, 2003; www.avesdechile.cl). Su distribución se menciona desde Arica a Corral, ocasionalmente más al Sur hasta el Golfo de Penas (Araya y Millie, 2005) (www.avesdechile.cl).

A partir de estudios de terreno realizados por CULTAM, para el proyecto de Fondo de Protección Ambiental “La nidificación de la gaviota garuma (*Larus modestus*) y su vulnerabilidad a las actividades antrópicas en el Desierto de Atacama, Antofagasta” (2012 – 2013), se lograron encontrar nidos aislados que dan cuenta que ciertas áreas como Sierra Valenzuela y Cerro Negro aún son utilizadas para la reproducción. Estos mismos estudios señalan que muchos de los sectores anteriormente identificados como sitios de nidificación, ahora se encuentran abandonados. Por otro lado, se describe un nuevo sitio denominado Cerro Plomo, ubicado a más de 100 km al Sur de las obras del Proyecto.

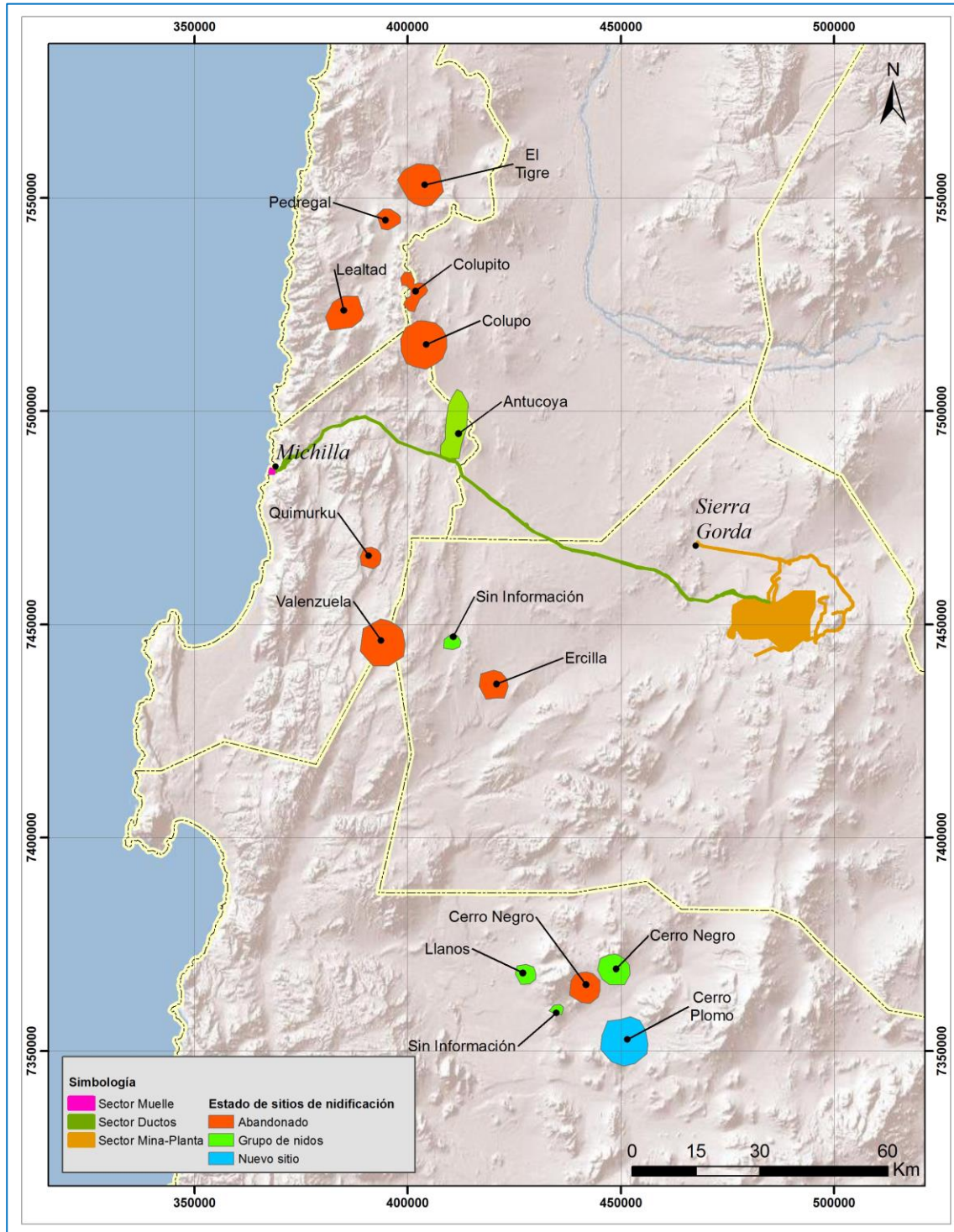
El área en la cual se han detectado nidos de esta especie, que se encuentra cercana al Proyecto, se denomina Antucoya y se concibe como un grupo de nidos, y no como un sitio de nidificación propiamente tal, debido a que el número de nidos encontrados no es suficiente para establecerlo como sitio o áreas de nidificación (CULTAM, 2012). En este sentido, si se consideran los resultados del monitoreo reproductivo de Gaviota Garuma, realizado en el marco del proyecto Antucoya (RCA N° 128/2011) “durante la temporada de reproducción de la especie (octubre a marzo), se obtiene que para esta área se han registrado únicamente 7 nidos durante la temporada 2012-2013, específicamente en diciembre; estando el más cercano a la servidumbre del Sector Ductos a 900 m. Durante las temporadas 2013-2014 y 2014-2015 no se registró actividad productiva en esta área.

Por tanto, la nidificación en este sitio presenta una baja densidad, resultando marginal para el reclutamiento global de la especie en una temporada. Con el fin de reafirmar este concepto, se puede comparar con las características de un sitio de nidificación documentado por CULTAM en el marco de la ejecución del Fondo de Protección Ambiental “La nidificación de la Gaviota Garuma y su vulnerabilidad a las actividades antrópicas en el Desierto de Atacama”.

En este contexto, por ejemplo el Sitio de nidificación “Cerro Plomo” posee una superficie aproximada de 9,2 km², con una densidad de 1.375 nidos por km². En base a estos datos, se estima un total de 12.650 nidos, correspondientes a 25.300 adultos reproduciéndose en el nidal. A partir de esos datos, es posible afirmar que el hallazgo de un total de 13 nidos en el curso de todas las temporadas de monitoreo del proyecto Antucoya, es marginal en relación a los 12.650 nidos estimados para el sitio “Cerro Negro”.

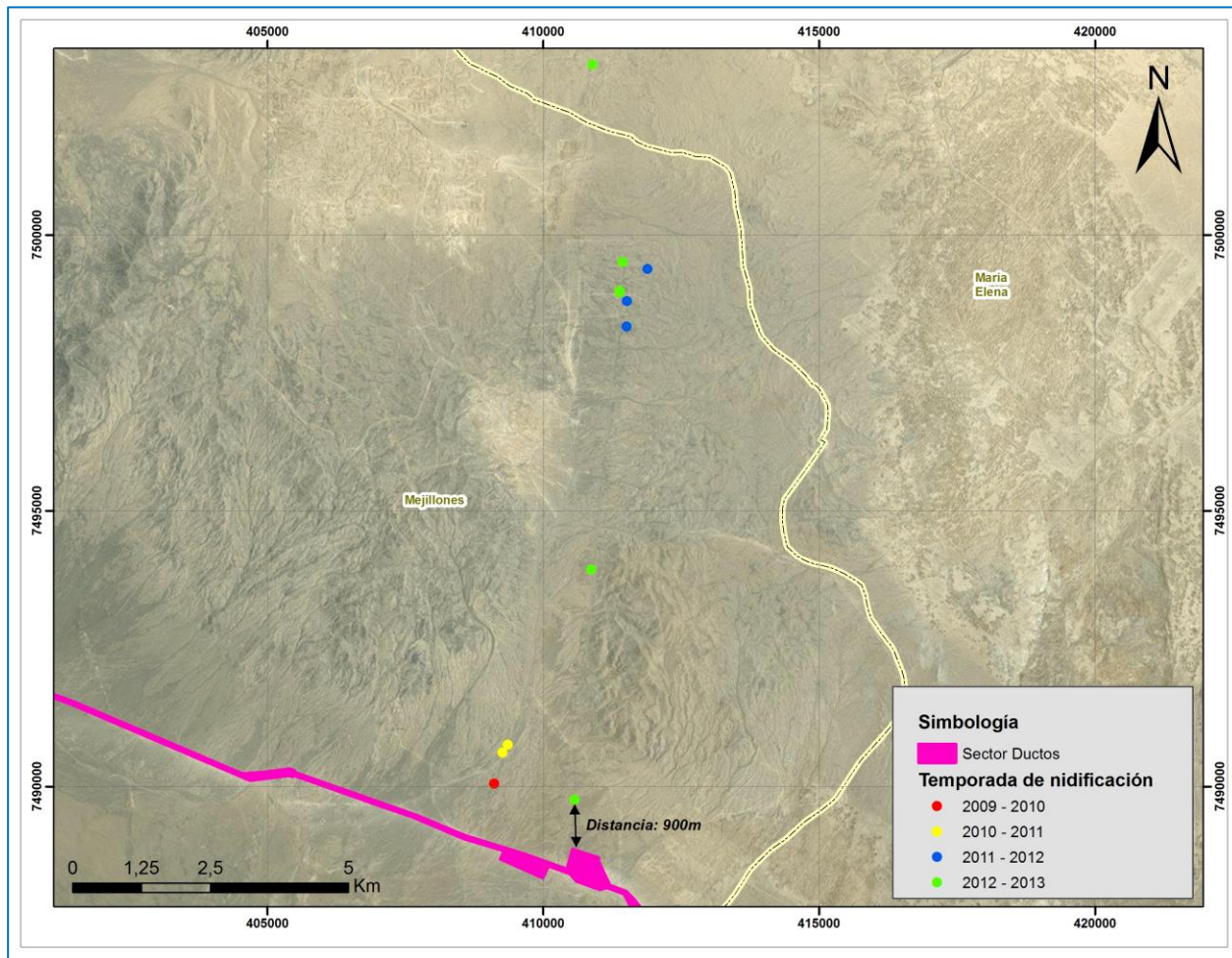
En la Figura 3-97 se ilustran los sitios de nidificación de *L. modestus*, indicándose el estado de estos según estén abandonados, sean grupos de nidos o correspondan a un nuevo sitio. En la Figura 3-98 se señalan los puntos donde se han registrado nidos de garuma en el sector Antucoya, en base a estudios de monitoreo del proyecto del mismo nombre.

Figura 3-97: Vista general y estado de los sitios de nidificación de *L. modestus*



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de FPA desarrollado por CULTAM.

Figura 3-98: Registros de nidos de *L. modestus* por temporadas, en relación al Sector Ductos



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de FPA desarrollado por CULTAM.

ii. Registro de especies por Sector

Sector Mina-Planta

Este Sector registró un ambiente correspondiente al de *desierto andino*, en el cual se realizaron los siguientes registros.

a) Anfibios

No se detectaron evidencias directas o indirectas de anfibios en este Sector del Proyecto.

b) Reptiles

No se detectaron evidencias directas o indirectas de reptiles en este Sector del Proyecto.

c) Aves

Clasificación de especies

Durante las campañas de terreno en el área del Proyecto se registró una especie, *Geositta maritima* (Minero chico), especie registrada en el punto PT17, y descrita para la zona desde los 500 a 2800 msnm (Jaramillo, 2005)

Así mismo, en los alrededores del área fue posible observar la presencia de *Cathartes aura* (Jote de cabeza colorada), especie de amplia distribución, registrada en el PT6 y PT10, y que se caracteriza por ocupar diversos hábitat (Jaramillo, 2005).

Durante la novena campana, se obtuvo el registro de una carcasa de *Oceanites gracilis* (Golondrina de mar chica), específicamente en el punto PT112, realizado en la zona de empréstitos. Esta especie habita a lo largo de la corriente de Humboldt, entre Ecuador por el Norte, y Valparaíso (Chile) por el Sur. Además, puede verse a veces en abundancia, en aguas cercanas a la costa, aunque en verano puede observarse hasta unos 200 km. mar adentro (Jaramillo, 2003; www.avesdechile.cl). Con respecto a su estado de conservación, esta especie se encuentra clasificada como Inadecuadamente conocida según la Ley de Caza (Ley N° 19.473/1996).

Por otro lado, a partir de la observación y registro de evidencia de terceros (trabajadores del sector), se identifican dos especies poco comunes y/o no descritas para el área, *Bairtramia longicauda* (Batitú) y *Ardea alba* (garza grande) (Figura 3-99). La presencia de estas especies podrían deberse a desplazamientos hacia sus sectores de común reconocimiento y/o a problemas de orientación. Además de la migración, las aves realizan otros movimientos en respuesta a cambios en la disponibilidad de alimentos, de hábitat o climáticos, que suelen ser irregulares o solo en una dirección, y reciben diversas denominaciones como nomadismo, invasiones, dispersiones o irrupciones. Estando la migración marcada por su estacionalidad anual (Berthold *et al.*, 2001).

Bairtramia longicauda fue registrada en marzo del 2012 en los alrededores del área de estudio. Esta especie anida en Norteamérica, desde Alaska a Nueva Escocia, migrando durante el invierno boreal a Sudamérica hasta Brasil, Uruguay, Perú, Bolivia, y Argentina. Vuela siguiendo la ruta migratoria oriental. Por tal motivo es frecuente verlo en las pampas argentinas. Sin embargo a Chile, prácticamente no llega, habiendo muy pocos registros (Jaramillo, 2003; www.avesdechile.cl).

Ardea alba, fue registrada durante fines de abril de 2013 dentro del área de estudio, indicándose una primera visita de un par de ejemplares, y una segunda visita de uno solo.

Todos se fueron al día siguiente de su llegada con rumbo Oeste. Esta especie no se encuentra descrita para el ambiente de desierto absoluto, mas bien se asocia a ambientes de agua dulce (Jaramillo, 2005).

Complementariamente, en muestreos anteriores realizados en el 2010, sólo en áreas circundantes y vinculado a sectores donde la vegetación presenta mayor cobertura relativa, se tienen datos de registros de avistamientos de ejemplares del género *Muscisaxicola* (Familia Tyrannidae).

En la Tabla 3–103 se indican las especies registradas por antecedentes de evidencias directas e indirectas en y a los alrededores del área de estudio.

Tabla 3–103: Aves registradas en Sector Mina-Planta

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Tipo de registro	Ambiente		Endemismo	Categoría de conservación	Movilidad	Puntos de registro
					Desierto Andino	Desierto Absoluto				
Paseriformes	Furnariidae	<i>Geositta sp</i>	Minero	Terreno	-	X	-	-	Alta	PT17
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola sp</i>	Dormilona	Según Antecedentes	-	X	-	-	Alta	-
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Bairtramia longicauda</i>	Batitú	Según Antecedentes	-	X	-	-	Alta	-
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Jote de cabeza Colorada	Terreno	X	-	-	-	Alta	PT06, PT10
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza grande	Según Antecedentes	-	X	-	-	Alta	-
Procellariiformes	Hydrobatidae	<i>Oceanites gracilis</i>	Golondrina de mar chica	Terreno	-	X	-	-	Alta	PT112

X: presencia de la especie.
Fuente: Elaboración propia.

Figura 3-99: *Bairtramia longicauda* (Batitú, izquierda) y *Ardea alba* (Garza grande, derecha), registradas en alrededores de Sector Mina-Planta



Fuente: registro fotográfico facilitado por tercero.

Figura 3-100: Carcasa de *Oceanites gracilis* (Golondrina de mar chica) registrada en Sector Mina-Planta



Fuente: Registro fotográfico en terreno.

Densidad estimada

En el ambiente de desierto absoluto se registro una densidad estimada para *Oceanites gracilis* de 0,06 ind/ha.

d) Mamíferos

▪ Macromamíferos

Clasificación de especies

Durante las campañas realizadas se detectó la presencia de un individuo de *Lycalopex culpaeus* en el punto PT134 y PT06 (Figura 3-101). La especie fue registrada a partir de transectas de observación y búsqueda dirigida, con una observación directa, y evidencias de huellas y fecas.

Lo anterior está en conformidad con los datos entregados por Minera Centinela²⁴ y antecedentes de registros cercanos al área de estudio.

Esta especie nativa se encuentra en categoría de conservación de Preocupación Menor según el D.S. N° 33/2012 (Tabla 3–104), Con una amplia distribución desde la Región de Arica y Parinacota a la Región de Magallanes (Iriarte, 2008; Torres-Muras *et al.*, 2011).

Tabla 3–104: Macromamíferos registrados en Sector Mina-Planta

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Tipo de registro	Ambiente		Endemismo	Categoría de conservación	Movilidad	Punto de registro
					Desierto Andino	Desierto Absoluto				
Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro culpeo	Terreno y según antecedentes	X	-	-	LC	Alta	PT06, PT134

X: presencia de la especie. LC: Preocupación menor.

Fuente: Elaboración propia.

²⁴ Se refiere a los monitoreos realizados por EcoMinería Ltda. a pedido de Minera Centinela: Estudio Densidad Relativa y Bioecología del Zorro culpeo en la Faena Minera Esperanza, Comuna de Sierra Gorda, Periodos marzo-diciembre 2009, 2010 y 2011.

Figura 3-101: *Lycalopex culpaeus* en Sector Mina-Planta



Fuente: Registro fotográfico en terreno.

Densidad estimada

En el ambiente de desierto absoluto se registro una densidad estimada para *Lycalopex culpaeus* de 0,3 ind/ha.

▪ **Micromamíferos**

A pesar del esfuerzo de muestreo aplicado, no se detectaron evidencias directas o indirectas de micromamíferos en este Sector del Proyecto.

Sector Ductos

Este Sector registró dos ambientes, *desierto absoluto* y *desierto costero*, en los cuales se realizaron los siguientes registros.

a) Anfibios

No se detectaron evidencias directas o indirectas de anfibios en este Sector del Proyecto.

b) Reptiles

Clasificación de especies

Mediante la realización de los transectos se registró una especie correspondiente a *Microlophus theresioides* (Figura 3-102), esta se encontró particularmente asociada al sector de la Quebrada del Diablo, los puntos PT147 y PT148.

M. teresioides es endémica y se encuentra en categoría de conservación Rara (Tabla 3–105), mientras que su distribución se indica para Pica, Calama y Pampa del Tamarugal (Ramirez, 2009).

Así mismo, datos entregados por Minera Centinela²⁵ indican la presencia de *Microlophus* en el área de la Quebrada del Diablo.

Tabla 3–105: Reptil registrado en Sector Ductos

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Tipo de registro	Ambiente		Endemismo	Categoría de conservación	Movilidad	Punto de registro
					Desierto Absoluto	Desierto costero				
Squamata	Tropiduridae	<i>Microlophus theresioides</i>	Corredor de teresa	Terreno y según antecedentes	-	X	E	VU	Baja	PT147, PT148

X: presencia de la especie. E: Endémica. VU: Vulnerable.
Fuente: Elaboración propia.

Figura 3-102: *Microlophus theresioides* registrado en la Quebrada del Diablo



Fuente: Registro fotográfico en terreno.

Densidad estimada

En el ambiente de Desierto costero, específicamente en la quebrada del diablo, *M. theresioides* presento una DE de 2 ind/ha.

²⁵ Informes de Rescate y Relocalización de individuos de *Microlophus atacamensis* en el área de Quebrada del Diablo, de diciembre 2009 y abril 2010, de la Universidad de Antofagasta.

c) Aves

Clasificación de especie

Se registraron dos especies nativas *Cathartes aura* en el punto PT152 (Jote de cabeza colorada, Figura 3-103) y *Larus dominicanus* en el punto PT146 (Gaviota dominicana), las cuales no se encuentran en categoría de conservación (Tabla 3–106).

Por otra parte, y en conformidad con los datos recopilados con ocasión del Proyecto Antucoya (RCA N° 128/2011), se identifica que el Sector Ductos está cercano a un espacio de potencial anidamiento de *Leucophaeus modestus* (Gaviota garuma, anteriormente *Larus modestus*), la cual se encuentra en categoría de conservación Vulnerable según la Ley de Caza (1996). Sin embargo, el área misma que cubre el Sector Ductos y su entorno, se encuentran intervenidos por la actividad minera actual, y los datos obtenidos en los monitoreos realizados por el Proyecto Antucoya no ha registrado nidos en las últimas dos temporadas.

Tabla 3–106: Aves registradas en el Sector Ductos

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Tipo de registro	Ambiente		Endemismo	Categoría de conservación	Movilidad	Punto de registro
					Desierto absoluto	Desierto costero				
Falconiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Jote cabeza colorada	Terreno	X	X	-	-	Alta	PT152
Charadriiformes	Laridae	<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota dominicana	Terreno	X	X	-	-	Alta	PT146
Charadriiformes	Laridae	<i>Leucophaeus modestus</i>	Gaviota garuma	Según antecedentes	X	X	-	VU	Alta	-

X: presencia de la especie. VU: Vulnerable.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 3-103: *Cathartes aura* (Jote de cabeza colorada)



Fuente: Registro fotográfico en terreno.

Densidad estimada

En el ambiente de desierto absoluto las especies registradas *C. aura* y *L. dominicanus*, presentaron 0,10 ind/ha en cada caso.

d) Mamíferos

▪ **Macromamíferos**

Clasificación de especies

Durante las campañas se detectaron en ambos ambientes registros indirectos de *Lycalopex sp.* (fecas y huellas) en los puntos PT140, PT147 y PT148 , siendo probablemente esta especie correspondiente a *Lycalopex culpaeus*, especie nativa, registrada también por Minera Centinela²⁶, y que se encuentra en categoría de conservación de Preocupación Menor según el D.S. N° 33/2012 (Tabla 3–107), y presenta una amplia distribución desde la Región de Arica y Parinacota a la Región de Magallanes.

²⁶ Se refiere a los monitoreos realizados por EcoMinería Ltda. a pedido de Minera Esperanza: Estudio Densidad Relativa y Bioecología del Zorro culpeo en la Faena Minera Esperanza, Comuna de Sierra Gorda, Periodos marzo-diciembre 2009, 2010 y 2011.

Tabla 3–107: Mamífero registrado en Sector Ductos

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Tipo de registro	Ambiente		Endemismo	Categoría de conservación	Movilidad	Punto de registro
					Desierto absoluto	Desierto costero				
Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro culpeo	Terreno (registro indirecto) y según antecedentes	X	X	-	LC	Alta	PT140, PT147, PT148

X: presencia de la especie. LC: Preocupación menor.

Fuente: Elaboración propia.

Densidad estimada

No es posible estimar densidad, dado que solo se reconocieron registros indirectos de *Lycalopex sp.*

▪ **Micromamíferos**

No se registraron evidencias directas o indirectas de micromamíferos en este Sector del Proyecto.

Sector Muelle

Este Sector registró un ambiente correspondiente al de *desierto costero* en el cual se realizaron los siguientes registros.

a) Anfibios

No se detectaron evidencias directas o indirectas de anfibios en este Sector del Proyecto.

b) Reptiles

Clasificación de especies

Se identificaron dos especies nativas, *Microlophus atacamensis* y *Microlophus quadrivittatus*, ambas en el ambiente de desierto costero, en los roqueros existentes en el entorno del Muelle Esperanza.

Estas especie son endémicas y se encuentra en categoría de conservación Vulnerable e Insuficientemente Conocida respectivamente, de acuerdo a lo establecido en la Ley de caza (1996) (Tabla 3–108, Figura 3-104). En cuanto a sus distribuciones, Victoriano *et al.* (2003), establece que los individuos del intermareal desde Antofagasta hacia el Norte corresponden a *Microlophus quadrivittatus*, y que *Microlophus atacamensis* se encontraría desde el Sur de Antofagasta hasta Tres Playita, en Huasco.

Tabla 3–108: Reptiles registrados en Sector Muelle

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Tipo de registro	Ambiente		Endemismo	Categoría de conservación	Movilidad	Punto de registro
					Desierto Costero					
Squamata	Tropiduridae	<i>Microlophus atacamensis</i>	Corredor de atacama	Terreno	X		E	VU	Baja	PT166, PT167, PT168, PT169, PT170, PT171
Squamata	Tropiduridae	<i>Microlophus quadrivittatus</i>	Corredor de cuatro bandas	Terreno	X		E	IC	Baja	PT166, PT168, PT169, PT171

X: presencia de la especie. E: Endémica. VU: Vulnerable. IC: Insuficientemente conocida.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 3-104: Reptiles registrados: *Microlophus atacamensis* (derecha) *Microlophus quadrivittatus* (Izquierda)



Fuente: Registro fotográfico en terreno.

Densidad estimada

En el ambiente de Desierto costero *M. atacamensis* y *M. quadrivittatus* presentaron 2 ind/ha cada uno.

c) Aves

Clasificación de especies

En el ambiente de desierto costero en donde se emplaza el Sector Muelle, se identificó en terreno un total de diez especies nativas.

A esto debe sumársele los datos entregados por Minera Centinela²⁷, donde se identificaron 15 especies nativas adicionales en el área.

De acuerdo a lo anterior, de un total de 26 especies, 8 están en categoría de Conservación según la Ley de Caza (1996), 3 de ellas categorizadas como Insuficientemente conocidas, 4 Vulnerables, y una en En Peligro de Extinción. Todas con movilidades altas (Tabla 3-109, Figura 3-105).

²⁷ Se refiere a los monitoreos realizados por la Universidad de Antofagasta en el Muelle de ex Minera Esperanza en el periodo julio a diciembre del año 2010.

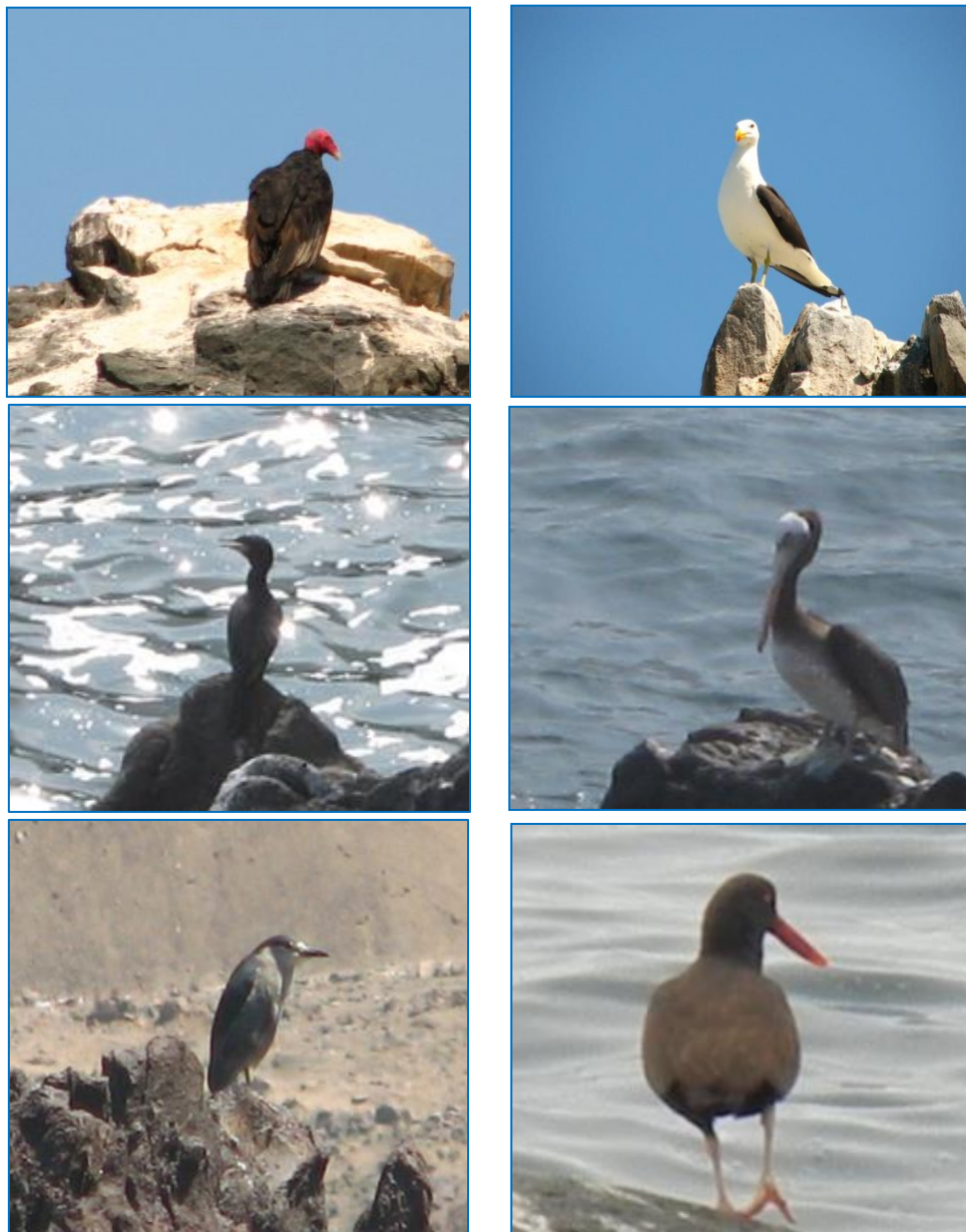
Tabla 3-109: Aves registradas en el Sector Muelle

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Tipo de registro	Ambiente	Endemismo	Categoría de conservación	Movilidad	Punto de registro
					Desierto Costero				
Falconiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Jote cabeza colorada	Terreno	X	-	-	Alta	PT168, PT173, PT175
Pelecaniforme	Pelecanidae	<i>Pelecanus thagus</i>	Pelicano	Terreno	X	-	-	Alta	PT168, PT174
Pelecaniforme	Pelecanidae	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Huairavo	Terreno	X	-	-	Alta	PT170
Pelecaniformes	Phalacrocoracidae	<i>Larus modestus</i>	Gaviota Garuma	Según antecedentes	X	-	VU	Alta	-
Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax bougainvillii</i>	Guanay	Terreno	X	-	VU	Alta	PT174
Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax gaimardi</i>	Lile	Terreno	X	-	IC	Alta	PT177
Suliformes	Sulidae	<i>Sula variegata</i>	Piquero	Terreno	X	-	IC	Alta	PT170, PT177
Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Yeco	Terreno	X	-	-	Alta	PT170, PT168, PT177
Passeriformes	Furnariidae	<i>Cincloides nigrofumosus</i>	Churrete costero	Terreno	X	E	-	Alta	PT170, PT168
Charadriiformes	Laridae	<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota dominicana	Terreno	X	-	-	Alta	PT170, PT168, PT171
Charadriiformes	Haematopodidae	<i>Haematopus ater</i>	Pilpilén negro	Terreno	X	-	-	Alta	PT170
Charadriiformes	Laridae	<i>Larosterna inca</i>	Gaviotín Monja	Según antecedentes	X	-	VU	Alta	-
Charadriiformes	Laridae	<i>Leucophaea pipixcan</i>	Gaviota de Franklin	Según antecedentes	X	-	-	Alta	-
Charadriiformes	Laridae	<i>Sterna elegans</i>	Gaviotín Elegante	Según antecedentes	X	-	-	Alta	-
Charadriiformes	Laridae	<i>Sternula lorata</i>	Gaviotín Chico	Según antecedentes	X	-	EP	Alta	-
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris alba</i>	Playero Blanco	Según antecedentes	X	-	-	Alta	-

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Tipo de registro	Ambiente	Endemismo	Categoría de conservación	Movilidad	Punto de registro
					Desierto Costero				
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito	Terreno	X	-	-	Alta	PT168
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Arenaria interpres</i>	Playero vuelvepedras	Terreno	X				PT167
Charadriiformes	Laridae	<i>Sterna hirundinacea</i>	Gaviotín Sudamericano	Según antecedentes	X	-	-	Alta	-
Charadriiformes	Haematopodidae	<i>Haematopus palliatus</i>	Pilpilén	Según antecedentes	X	-	-	Alta	-
Charadriiformes	Laridae	<i>Larus belcheri</i>	Gaviota Peruana	Según antecedentes	X	-	-	Alta	-
Sphenisciformes	Spheniscidae	<i>Spheniscus humboldti</i>	Pingüino de Humboldt	Según antecedentes	X	-	-	Alta	-
Rheiformes	Procellaridae	<i>Puffinus griseus</i>	Fardela Negra	Según antecedentes	X	-	-	Alta	-
Procellariiformes	Pelecaniformes	<i>Pelecanoides garnotii</i>	Pato Yunco	Según antecedentes	X	-	VU	Alta	-
Procellariiformes	Oceanitidae	<i>Oceanites gracilis</i>	Golondrina de Mar Chica	Según antecedentes	X	-	IC	Alta	-
Procellariiformes	Procellaridae	<i>Macronectes giganteus</i>	Petrel Gigante Antártico	Según antecedentes	X	-	-	Alta	-

X: presencia de la especie. E: Endémica. VU: Vulnerable. IC: Insuficientemente conocido. EP: En peligro de extinción.
Fuente: Elaboración propia.

Figura 3-105: Aves registradas en Sector Muelle



Fuente: Registro fotográfico en terreno.

Densidad estimada

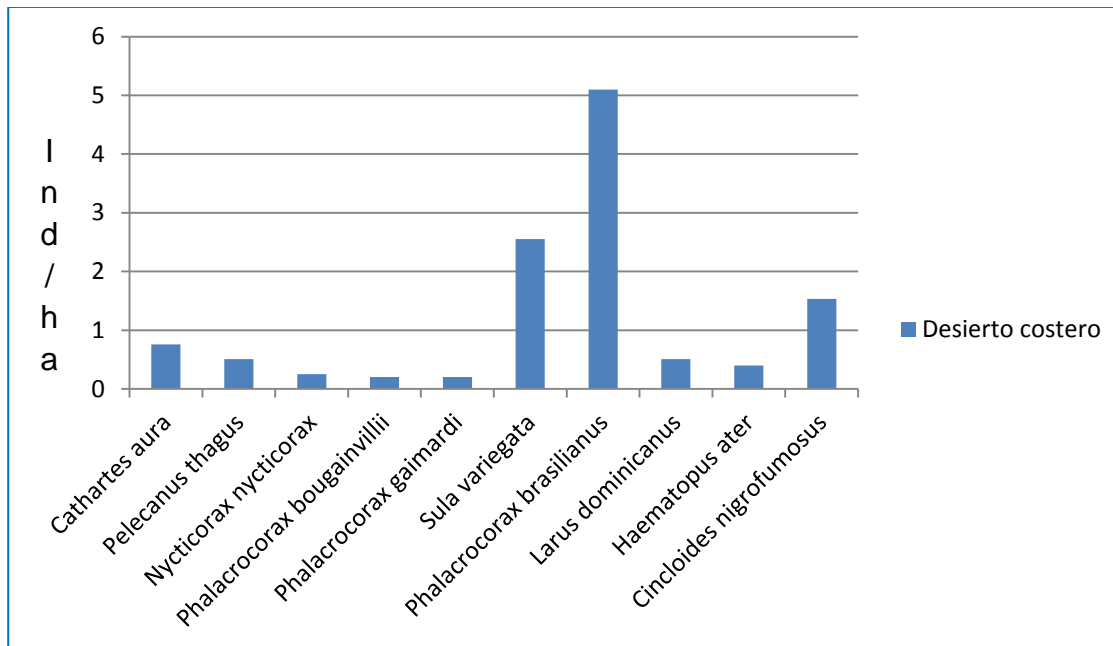
En la Tabla 3-110 y Figura 3-106 se indica la densidad para cada uno de las aves registradas en terreno bajo puntos de muestreo.

Tabla 3–110. Densidad estimada de aves registradas en terreno en Sector Muelle

Nombre Científico	Nombre Común	DE (Ind/ha)
		Desierto costero
<i>Cathartes aura</i>	Jote cabeza colorada	0,76
<i>Pelecanus thagus</i>	Pelicano	0,51
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Huairavo	0,25
<i>Phalacrocorax bougainvillii</i>	Guanay	0,2
<i>Phalacrocorax gaimardi</i>	Lile	0,2
<i>Sula variegata</i>	Piquero	2,55
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Yeco	5,1
<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota dominicana	0,51
<i>Haematopus ater</i>	Pilpilen negro	0,4
<i>Cincoides nigrofumosus</i>	Churrete costero	1,53

Fuente: Registro en terreno.

Figura 3-106. Densidad estimada de aves registradas en terreno en Sector Muelle



Fuente: Elaboración propia.

d) Mamíferos

No se registraron evidencias directas o indirectas de macromamíferos o micromamíferos en este Sector del Proyecto.

iii. Resumen de registros por Sector

La Tabla 3–111 a continuación resume los registros de las especies registradas por Sector durante campañas de terreno, levantamientos de información cercanos y monitoreos de los Minera Centinela (como ex Minera Esperanza) y Minera Antucoya, en función de la potencialidad de ser registrados.

Tabla 3–111: Resumen de hallazgos de fauna por Sector

Clase	Sectores		
	Mina-Planta	Ductos	Muelle
Anfibios	-	-	-
Reptiles	<i>Liolaemus torresi</i> (***)	<i>Microlophus theresiodes</i> (***)	<i>Microlophus atacamensis</i> (***) <i>Microlophus cuadrivittatus</i> (***)
Aves	<i>Geositta</i> sp <i>Muscisaxicola</i> sp (*) <i>Bairtramia longicauda</i> (*) <i>Cathartes aura</i> <i>Oceanites gracilis</i>	<i>Cathartes aura</i> <i>Larus dominicanus</i> <i>Leucophaeus modestus</i> (*)(**)(***)	<i>Cathartes aura</i> <i>Pelecanus thagus</i> <i>Nycticorax nycticorax</i> <i>Phalacrocorax bougainvillii</i> <i>Phalacrocorax gaimardi</i> <i>Sula variegata</i> <i>Phalacrocorax brasilianus</i> <i>Larus dominicanus</i> <i>Haematopus ater</i> <i>Cinclodes nigrofumosus</i> <i>Arenaria interpres</i> <i>Sterna elegans</i> (*) <i>Leucophaeus modestus</i> (*) <i>Larosterna inca</i> (*) <i>Leucophaeus pipixcan</i> (*) <i>Sterna hirundinacea</i> (*) <i>Puffinus griseus</i> (*) <i>Larus belcheri</i> (*) <i>Spheniscus humboldti</i> (*) <i>Sterna lorata</i> (*) <i>Calidris alba</i> (*) <i>Numenius phaeopus</i> (*) <i>Pelecanoides garnotii</i> (*) <i>Oceanites gracilis</i> (*) <i>Macronectes giganteus</i> (*) <i>Haematopus palliatus</i> (*)
Macromamíferos	<i>Lycalopex culpaeus</i> (***)	<i>Lycalopex</i> sp (*) (***)	-

Clase	Sectores		
	Mina-Planta	Ductos	Muelle
Micromamíferos	-	-	-

(*) Especies registradas a partir de antecedentes de monitoreos de Minera Centinela.

(**) Especies registradas a partir de antecedentes de Minera Antucoya.

(***) Especie presente o potencial de importancia en el Sector.

3.7.4.4 Conclusiones

La información presentada y analizada se basa en el levantamiento de datos de terreno durante 10 campañas en los distintos sectores del Proyecto, sumado a información bibliográfica disponible.

Durante las campañas realizadas, se registró un sitio de interés para la fauna en el área de influencia del Proyecto. Este fue registrado en el Sector Ductos, y corresponde a un “grupo de nidos” de *Leucophaeus modestus* (Gaviota garuma), especie que se encuentra en categoría de conservación “Vulnerable” (Ley N° 19.473/1996) y que ocupa ciertas áreas del desierto para nidificar. El sitio de interés se identifica como un “grupo de nidos” debido a que el número de nidos encontrados no es suficiente para establecer un sitio o área de nidificación (CULTAM, 2012), resultando marginal para el reclutamiento global de la especie en una temporada, mas aún considerando que no existen registros de nidificación en esta zona durante las temporadas 2013-2014 y 2014-2015 (datos CULTAM y monitoreo de Minera Antucoya).

En cuanto a los ambientes registrados, el Sector Mina-Planta se emplaza sobre el ambiente de *desierto andino*, que presenta limitada actividad vegetal y baja diversidad de especies de fauna. Por su parte, buena parte del trazado del Sector Ductos se emplaza sobre un ambiente de *desierto absoluto*, el cual describe como característica principal la carencia de recursos de agua, la nula vegetación y escasa presencia y diversidad de especies de fauna. El tramo final del Sector Ductos y el Sector Muelle se emplazan sobre un ambiente de *desierto costero*, donde existe una mayor diversidad de fauna, gracias a la humedad de la neblina costera.

Con respecto a las especies de interés y/o singulares registradas en terreno o en base a antecedentes, se observa que en el Sector Mina-Planta se registró solo una especie en categoría de amenaza la cual corresponde a una carcaza de *Oceanites gracilis* (Golondrina de mar chica) que se encuentra clasificada como “Insuficientemente conocida” según la Ley de Caza (Ley N° 19.473/1996). Sin perjuicio de lo anterior, en este Sector destaca *Lycalopex culpaeus* (Zorro culpeo), especie de movilidad alta que encuentra categorizada como “Preocupación menor”, puesto que no cumple ninguno de los criterios de las categorías de amenaza, por lo demás se le considera especie abundante y de amplia distribución, registrándosele desde la Región de Arica y Tarapacá a la Región de Magallanes.

En el Sector Ductos destacan tres especies en categoría de conservación: *Leucophaeus modestus* (Gaviota garuma) “Vulnerable” y de movilidad alta; *Microlophus theresioides* (Corredor de teresa), “Rara” y de movilidad baja; Y el registro de *Lycalopex sp.* (Zorro culpeo o Zorro chilla) en categoría de “Preocupacion menor” y de movilidad alta.

En el caso de *Leucophaeus modestus*, ya se indicó que si bien es una especie de interés, los últimos monitoreos para los periodos 2013-2014 y 2014-2015, no han registrado nidos, y los datos disponibles anteriores a esto indican que como “grupo de nidos” posee un bajo registro en la Región (datos CULTAM).

La presencia de *Microlophus theresioides* es destacable, pues la sistemática del grupo *Microlophus* ha sido ampliamente debatida. Si bien las localidades tipo de *M. theresioides* corresponden a Pica, La Huayca y Mamiña (Región de Tarapacá) y el estatus taxonómico de las poblaciones del interior de la Región de Antofagasta permanece incierto, se ha sugerido su consideración como *Microlophus cf theresioides* (Victoriano *et al.*, 2003). Dada la ausencia de registros para esta especie al Sur del área de estudio, es posible que los ejemplares registrados se encuentren en el límite Sur de la distribución de la especie. Este hecho resalta la importancia del rango restringido de distribución y la baja movilidad de los individuos, factores que afectan la susceptibilidad de esta especie frente a modificaciones de su hábitat.

En el Sector Muelle se registraron 10 especies en categoría de conservación, de las cuales 6 destacan en alguna categoría de amenaza. En el grupo de los reptiles dos se encuentran en categoría, y solo uno de ellos en categoría de amenaza: *M. atacamensis* (Corredor de Atacama) “Vulnerable”, y *Microlophus quadrivittatus* (Corredor de cuatro bandas) “Insuficientemente conocida”, ambas especies endémicas y con movilidad baja. En el grupo de las aves, ocho se encuentran en categoría de conservación, cinco de ellas en categoría de amenaza “Vulnerable”, correspondientes a *L. modestus* (*Gaviota garuma*), *Phalacrocorax bougainvillii* (Guanay), *Larosterna inca* (Gaviotín monja), *Pelecanoides garnotii* (Pato yunco) y *Scheniscus humboldti* (Pingüino de Humboldt), y tres catalogadas como “Insuficientemente conocida”, correspondientes a *Phalacrocorax gaimardi* (Lile), *Sula variegata* (*Piquero*) y *Oceanites gracilis* (Golondrina de mar chica), todas con movilidad alta.

En el caso de los reptiles registrados, de manera similar a lo señalado para *M. theresioides*, no existe certeza absoluta respecto del estatus taxonómico de *M. atacamensis* y *M. quadrivittatus*, principalmente debido a resultados contradictorios entre estudios cromosómicos, reproductivos, y filogenéticos. Igualmente, existe poco conocimiento respecto del estado de sus poblaciones, sin perjuicio de lo cual se clasifican en distintas categorías.

A continuación en la Tabla 3–112 se indican todas las especies registradas que se encuentran sujetas a alguna singularidad y/o estado de conservación en los determinados sectores del Proyecto.

Tabla 3-112: Especies de relevancia identificadas

Clase	Nombre Científico	Nombre Común	Sector del Proyecto	Ambiente			Endemismo	Categoría de conservación	Movilidad
				Desierto andino	Desierto absoluto	Desierto costero			
Reptiles	<i>Microlophus atacamensis</i>	Corredor de atacama	Muelle	-	-	X	E	VU	Baja
	<i>Microlophus quadrivittatus</i>	Corredor de cuatro bandas	Muelle	-	-	X	E	IC	Baja
	<i>Microlophus theresiodes</i>	Corredor de teresa	Ductos	-	-	X	E	R	Baja
Aves	<i>Phalacrocorax bougainvillii</i>	Guanay	Muelle	-	-	X	-	VU	Alta
	<i>Sula variegata</i>	Piquero	Muelle	-	-	X	-	IC	Alta
	<i>Pelecanoides garnotii</i>	Pato yunco	Muelle	-	-	X	-	VU	Alta
	<i>Oceanites gracilis</i>	Golondrina de mar chica	Muelle, Mina-Planta	-	X	X	-	IC	Alta
	<i>Scheniscus humboldti</i>	Pingüino de Humboldt	Muelle	-	-	X	-	VU	Alta
	<i>Sterna Lorata</i>	Gaviotín chico	Muelle	-	-	X	-	EP	Alta
	<i>Larus modestus</i>	Gaviota garuma	Muelle, Ductos	-	X	X	-	VU	Alta
	<i>Larosterna inca</i>	Gaviotín monja	Muelle	-	-	X	-	VU	Alta
	<i>Phalacrocorax gaimardi</i>	Lile	Muelle	-	-	X	-	IC	Alta
	<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota dominicana	Muelle, Ductos	-	X	X	-	n/e	Alta
	<i>Haematopus ater</i>	Pilpilen negro	Muelle	-	-	X	-	-	Alta
	<i>Larus belcheri</i>	Gaviota peruana	Muelle	-	-	X	-	-	Alta
	<i>Cincoides nigrofumosus</i>	Churrete costero	Muelle	-	-	X	-	-	Alta
Mamíferos	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro culpeo	Mina-Planta, Ductos	X	X	X	-	LC	Alta

X: Presencia de la especie, VU: Vulnerable. IC: Insuficientemente conocida. LC: Preocupación menor. EP: En peligro de extinción. R: Rara. n/e: No evaluado.

Fuente: Elaboración propia.

3.8. Ecosistemas Acuáticos Continentales (Limnología)

Debido a la inexistencia de ecosistemas acuáticos continentales en el área de emplazamiento del Proyecto y su entorno, este componente no se considera dentro del área de influencia del Proyecto y por tanto no fue caracterizado en el contexto de la Línea de Base.

3.9. Ecosistemas Marinos

3.9.1 Calidad del Agua y Sedimentos (Oceanografía Química)

El presente componente se encuentra caracterizado en el acápite 3.5.2 de la sección 3.5 Medio Físico – Hidrósfera – Recursos Hídricos Marinos.

3.9.2 Biota (Oceanografía Biológica)

3.9.2.1 Introducción

En el presente acápite se entrega la caracterización del componente Oceanografía Biológica, para el área de influencia definida en el Capítulo 2, de acuerdo a lo establecido en la Ley N° 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente y el Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental modificado a través del D.S. N° 40/2012.

3.9.2.2 Metodología

Las muestras para el análisis ecológico de la macroinfauna que habita el área de estudio se realizó sobre la base de las mismas 11 estaciones definidas y empleadas para el análisis químico de aguas y sedimentos marinos y análisis físico (granulométrico). Las estaciones CM-80 y CM-90 y su entorno inmediato corresponden a sustratos conformados por roca maciza, bolones y pequeños parches de arena/conchilla, por tal razón se decidió dejar fuera de la grilla de análisis. El monitoreo fue efectuado en el mes de julio, en condiciones de invierno. Las coordenadas de las estaciones de muestreo se entregan en la Tabla 3-73, ya que son las mismas estaciones donde se hicieron las mediciones de Oceanografía Química.

La metodología es estándar para este muestreo y todos aquellos realizados en el ámbito del PVA marino del EIA Proyecto Esperanza (RCA N° 212/2008). Se utilizó como plataforma de trabajo la embarcación Atlantis la cual está equipada con pluma y winche. En cada estación, se procedió a medir la profundidad, mediante ecosonda. Posteriormente, con ayuda de una draga Van Veen de 0,1 m² de superficie de mordida, se extrajeron en cada estación tres muestras, las cuales fueron lavadas a bordo y tamizadas por cedazos de 500 µ de luz de malla. El material retenido en los tamices fue convenientemente almacenado en bolsas de polietileno individuales hasta los análisis posteriores.

En el laboratorio, el material fue fijado mediante una solución de alcohol 70%. Adicionalmente, se les agregó una solución alcohólica de Rosa de Bengala, de manera de facilitar el posterior proceso de sorteo (Grenberg *et al.*, 1992).

La fauna fue separada e identificada hasta el mínimo nivel taxonómico posible (Ferraro & Cole, 1990; Ferraro & Cole, 1992), mediante literatura especializada para cada una de las muestras. Posterior a su identificación, los organismos fueron contados y pesados en húmedo en una balanza analítica de 0,0001 g de precisión. Una vez cumplido lo anterior las especies fueron dispuestas en una estufa a 60°C hasta alcanzar peso constante, para obtener el peso seco y posteriormente los organismos se dispusieron en una mufla de ignición a 450°C por 4 horas aproximadamente. Con lo anterior se obtuvo el peso seco libre de cenizas (AFDW), el cual se estimó a través de la diferencia entre el peso seco y el peso calcinado. Una vez obtenidos todos

los datos se elaboraron matrices de doble entrada Abundancia – Biomasa (AFDW), para construir los diferentes índices ecológicos de interés.

Ya que por definición, la diversidad (estimada según el índice de Shannon-Weaver), para una estación no tiene variabilidad, se generaron pseudovalores de diversidad, a través de metodologías de “acuchillamiento de datos” (Jackknife), técnica que ha sido ampliamente utilizada para evaluar diversidad en comunidades de invertebrados marinos (Highsmith *et al.*, 1994). La generación de estos pseudos valores permite, a su vez, lograr la variabilidad necesaria para evaluar, a través de técnicas estadísticas, la significancia en las diferencias observadas entre estaciones. Un análisis de varianza (ANOVA) y una prueba a posteriori (Bonferroni Test) permitieron evaluar la significancia de las diferencias al comparar las estaciones entre sí.

3.9.2.3 Resultados

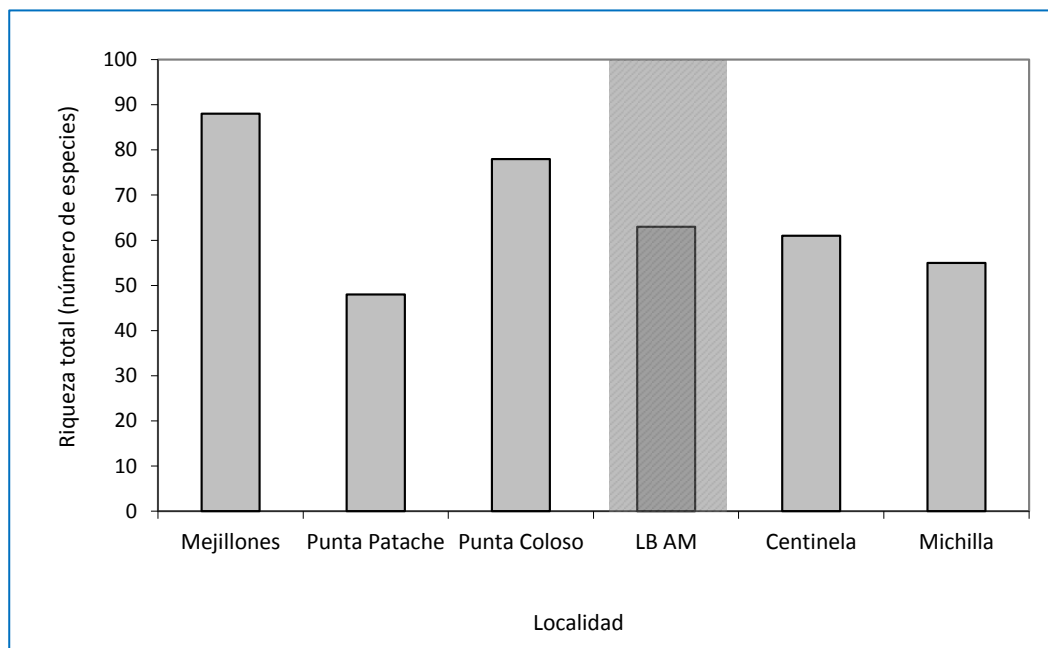
El trabajo completo realizado respecto a este componente se encuentra en el Anexo 3-8: Línea de Base Medio Marino.

3.9.2.4 Conclusiones

Macroinfauna submareal de fondos sedimentarios

La evaluación comunitaria realizada para el sector de Michilla, presentó dentro de sus componentes estructurales más importantes una riqueza específica total de 64 taxones, observándose tres grupos principales, dominando secuencialmente los phyla Polychaeta, Mollusca y Crustacea. Estos resultados se encuentran dentro de los rangos reportados para otros ambientes similares, que representa la riqueza de especies en ambientes de fondos blandos para distintas localidades. Se denota la máxima riqueza en la bahía de Mejillones, alcanzando los 88 taxa (Laudien *et al.*, 2007) y la menor registrada en Punta Patache con 48 especies (UATSA, 2012), mientras que el registro para el actual estudio de línea de base es similar a Centinela (Muelle Esperanza) y superior al de bahía Michilla y Punta Patache. Se debe hacer notar que el área de estudio de esta línea de base contempla la extensión hacia el Sur del área monitoreada por Minera Centinela y por ende la adición de más estaciones, razón por la cual no debe llamar la atención que la riqueza reportada actualmente se podría haber incrementado en comparación con los monitoreos en la misma área (Figura 3-107).

Figura 3-107: Comparación de la riqueza de especies en ambientes de fondos blandos, en localidades de la comuna de Mejillones

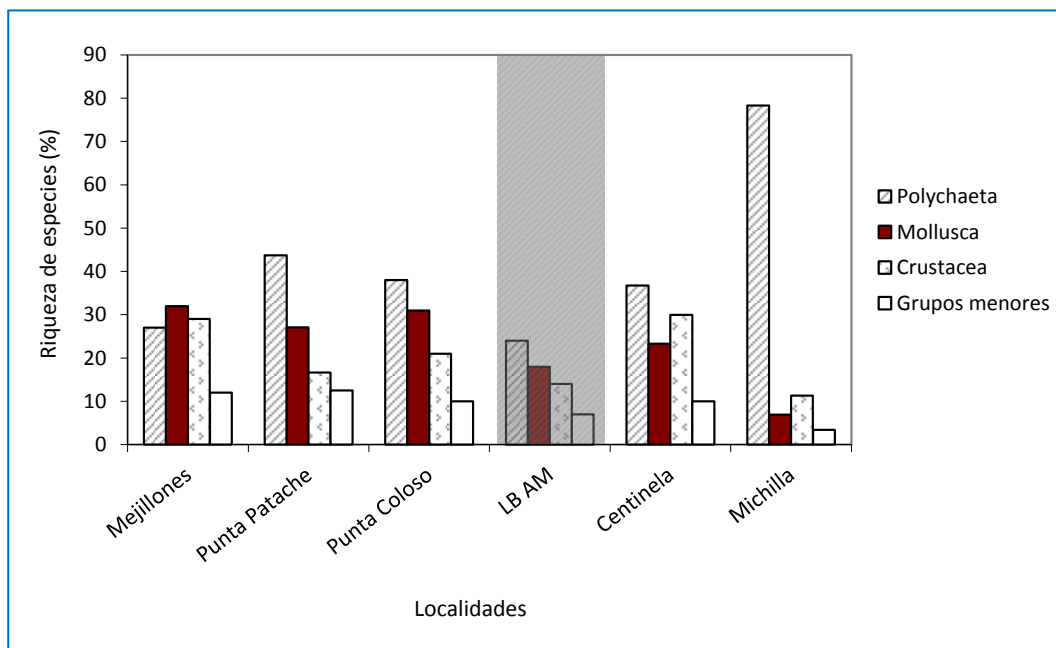


Nota: Campaña de línea de base marina más reciente (julio 2014) se muestra en achurado.
Fuente: COSTASUR.

Los valores de riqueza, si bien se encuentran dentro del rango reportado para las localidades del Norte de Chile, se encuentran por encima de lo registrado en la zona Centro-Sur de Chile (Carrasco & Gallardo, 1983, 1994; Carrasco *et al.*, 1988, 1999; Carrasco, 1996).

Del mismo modo, la distribución porcentual por grupo taxonómico da cuenta de la tendencia que existe en todos los sectores, excepto Mejillones, donde la dominancia corresponde al grupo Polychaeta, seguido de Mollusca, Crustacea y grupos menores (Figura 3-108). Cabe destacar que en Mejillones, los datos corresponden a una serie temporal de 7 años, incluyendo un evento ENSO, en contraste con las demás localidades que corresponden a solo una campaña de monitoreo (Punta Patache=octubre 2012, Punta Coloso=octubre 2010, Michilla=diciembre 2012), por tanto las diferencias en la dominancia de la composición faunística pudiera estar relacionada con la temporalidad o con este evento. En este mismo contexto, el análisis de este descriptor por grupo faunístico, denota que en esta campaña de línea base, la contribución de los gusanos Poliquetos es similar a la campaña anterior al igual que el aporte de los grupos.

Figura 3-108: Comparación de la riqueza de especies por grupos taxonómicos en ambientes de fondos blandos, en localidades de la comuna de Mejillones



Nota: Campaña de línea de base marina más reciente (julio 2014) se muestra en achurado.
Fuente: COSTASUR.

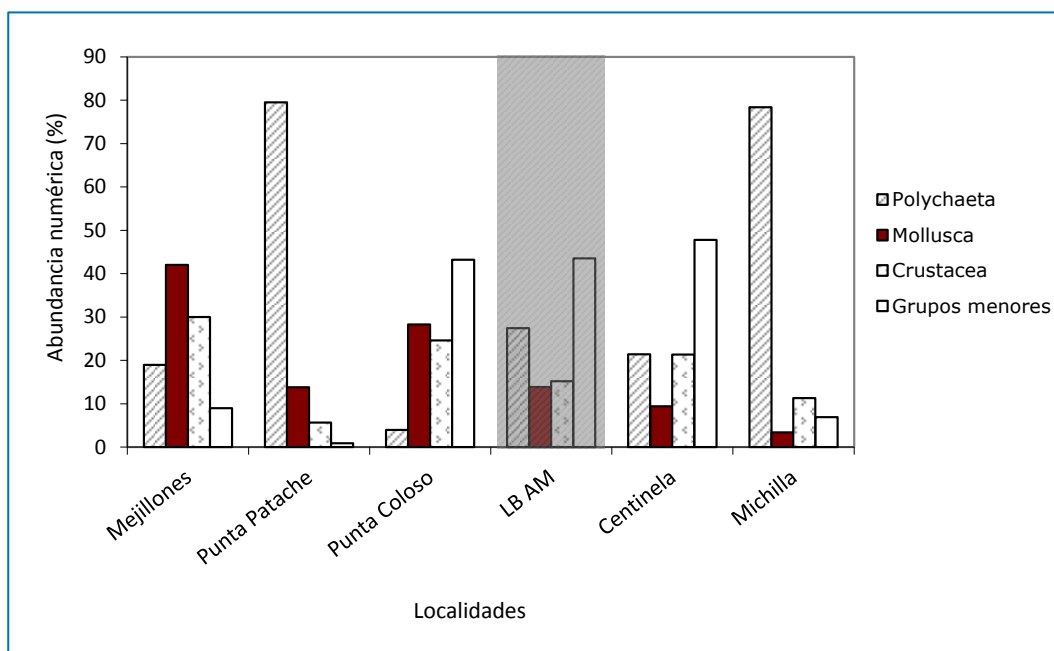
En términos de abundancia numérica, las principales contribuciones las hicieron los grupos Polychaeta y grupos menores, cuyos aportes fueron bastantes similares, alcanzando en su conjunto el 70,95%. En este sentido, autores como Palma *et al.* (2005) indican que el bentos de fondos blandos de la Corriente de Humboldt está dominado en un 80% por el grupo Polychaeta. Por otra parte, Arntz *et al.* (2006) indican que para este mismo sistema, el mismo grupo podría representar el 71% de la fauna, Mollusca un 2%, Crustacea un 16% y grupos menores el 11% restante. Sin embargo, nuestros resultados no concuerdan con lo propuesto por estos autores.

En la Figura 3-109 se observa que en las distintas localidades tomadas como referencia, no se cumple lo propuesto por Palma, excepto en Michilla y en Patache, mientras que lo propuesto por Arntz, solo se le acerca lo encontrado en Michilla. En todos los demás sectores la dominancia porcentual de la fauna está dada por los grupos menores (Punta Coloso y Centinela) al igual que la presente campaña.

Es recurrente que exista un adecuado conocimiento de la fauna presente en estas localidades, sin embargo existe carencia de conocimiento de los aspectos biológicos y patrones de historia natural, particularmente reproducción, fecundidad, desarrollo larval y periodos reproductivos de la fauna bentónica, que puedan explicar estos resultados. Es por esto que en ausencia de esta

información no se pueden hacer inferencias certeras sobre los procesos que subyacen los patrones observados en este estudio.

Figura 3-109: Comparación de la abundancia numérica de especies por grupos taxonómicos en ambientes de fondos blandos en localidades de la comuna de Mejillones



Nota: Campaña de línea de base marina más reciente (julio 2014) se muestra en achurado.
Fuente: COSTASUR.

Por otra parte, la biomasa seca libre de cenizas (AFDW), presentó también altos valores, aunque no superiores a los alcanzados en la campaña pasada, encontrándose en segundo lugar de los más altos registros históricos en el sector, entre las especies que presentaron los mayores aportes se encontraron el crustáceo *Homalaspis plana* y una especie del grupo Cnidaria (Anthozoa).

En conjunto con esto, se observa que la dominancia en biomasa es por la contribución de organismos de estructuras duras, tal como crustáceos y moluscos, los cuales poseen caparazones y conchas de carbonato de calcio, componente que no es consumido en el proceso de calcinación, lo que implica que se mantengan los altos valores de biomasa.

La diversidad específica, según el índice de Shannon dio valores altos en la mayoría de las estaciones, situación que se ha venido observando en las campañas que Minera Centinela ha venido desarrollando. En tanto en la bahía de Mejillones se han dado cuenta de valores similares para este descriptor, por ejemplo Zuñiga *et al.* (1983) en su estudio para la bahía registró un rango de 1,74-3,06, mientras que Laudien *et al.* (2006) presenta un rango menor

correspondiente a 0,94-1,95. En nuestro caso, el rango observado en este estudio fue de 1,08-2,26.

Los análisis de clasificación y ordenamiento comunitario indicaron la conformación de dos grandes grupos con buenas asociaciones, mientras que la estación control lo hace con una asociación muy baja, lo que la hace parecer como una unidad independiente. Estos resultados se asemejan a los análisis de clusters que se han realizado en las campañas de monitoreo ambiental de Minera Centinela y en campañas complementarias anteriores encargadas por el mismo mandante. Por otra parte, las curvas ABC indicaron ambientes no perturbados, debido a que la totalidad de las estaciones muestreadas presentaron un índice W con valores fuertemente positivos.

Los resultados de los análisis aplicados a los datos obtenidos de las estaciones de esta línea base dan cuenta de que las comunidades submareales de fondos blandos presentes en el sector de Michilla presentan características similares a las ya registradas para la zona, de acuerdo a las campañas de vigilancia ambiental que Minera Centinela ha llevado a cabo en este sector y en comparación con otros planes de vigilancia realizados en sectores con similares características. Por tanto, los cambios o desviaciones encontradas en la composición faunística, respecto a estas campañas, podrían corresponder a los procesos estacionales propios de la fauna submareal de fondos blandos, los que en este caso podrían estar modulados por las variaciones de oxígeno de fondo que ha experimentado la zona de Michilla.

Comunidades submareales de fondos rocosos

En la más reciente campaña de monitoreo de línea de base, las comunidades submareales bentónicas estudiadas presentaron una baja similitud en la composición de especies en relación a la estación de control.

Los resultados de los índices de similitud (Jaccard y Sorensen) entre las estaciones de la campaña anterior (Tercera) registraron valores de similitud aún más bajos entre las transectas de estudio y el área control. Esto demuestra que las estaciones en este monitoreo presentaron escasas especies comunes que en esta nueva campaña de línea base julio 2014, información que es también confirmada en el análisis de aglomeración.

Los resultados de esta nueva campaña registraron que los grupos de las especies sésiles y móviles de las estaciones fueron asociados entre sí, sin agrupar la estación CM-SRControl. Quizás por la cercanía de las estaciones de muestreo, la lejanía de la estación control y por sobre todo las diferencias de sustrato.

Observaciones efectuadas en la primera campaña, registraron que el sustrato de la estación CM-SRControl se encuentra mayoritariamente dominado por sustrato arenoso con escasos parches de mezcla de roca/arena. Posiblemente, al estar conformado en un gran porcentaje por sustrato arenoso, la probabilidad de posicionarse sobre sustrato rocoso sea escasa, sin

embargo, la riqueza de especies promedio de las especies sésiles y móviles fue muy similar entre campañas.

En cuanto a las especies similares, el poliqueto *Phragmatopoma moerchi* fue la única especie sésil en común con la estación CM-SRControl de la tercera campaña. Las especies móviles presentaron una mayor similaridad propias de sustrato arenoso.

En cuanto a la ictiofauna avistada no se encontró diferenciación entre las estaciones, particularmente fue registrado una mayor riqueza de peces en la campaña precedente que en la actual, a pesar que en la estación CM-SRControl de esta última sólo haya sido registrada una especie. Estas variaciones estarían explicadas por que los peces poseen un amplio espectro alimentario, y una amplia capacidad de movilidad de migración (Medina *et al.*, 2004; Bertrand *et al.*, 2004; Cisternas & Sielfeld, 2008).

El número total de especies (riqueza) en esta campaña consistió en 52, las que en su mayoría correspondieron a moluscos. La riqueza de la campaña de línea base precedente registró un número superior a la actual (72 especies), pero la representatividad de los moluscos nuevamente se mantuvo. Este taxa también es importante al presentar especies con altas abundancias. Las especies con las mayores abundancias (> 1000 ind/m² por estación) fueron los gastrópodos *Nassarius gayi* y *Tegula tridentata* presentes en casi todas las estaciones. En la campaña anterior, ambas especies también describieron el mismo patrón de abundancia, seguido por *Crassilabrum crassilabrum*, *Tegula luctuosa*, *Mitrella unifasciata* y *Crepidula dilatata*. Esta mayor abundancia de gastrópodos se explica por la distribución agrupada que poseen en comparación con otras especies de distribución esparcida (Bertrand *et al.*, 2004). Por lo tanto, existirá gran probabilidad de encontrar un número alto de individuos en un solo sector.

Dentro de los moluscos de carácter comercial, el mitílido *Choromytilus chorus* reaparecen la mayoría de las estaciones de estudio pero con baja cobertura. Las más altas coberturas fue registrada en la estación CM-SR70 entre los 14 y 9 m de profundidad con porcentajes de 33,3% y 22,2%, respectivamente. En las estaciones CM-SR10, CM-SR30, CM-SR40, CM-SR60 y CM-SR80 con porcentajes entre 2 y 16%. Estos nuevos establecimiento (probablemente) pueden haber estado asociados al cambio de las condiciones ambientales (ej. por un temprano efecto del Evento del Niño), propicias para el asentamiento y crecimiento de esta especie en esta zona (Avendaño & Cantillán, 2011). Además de su importancia como recurso comercial (Sernapesca, 2010), esta especie también es importante como especie estructuradora ó bioingeniera (Carranza *et al.*, 2009).

Numerosos estudio indican la importancia de las especies bioingenieras o estructuradoras como zonas de asentamiento, refugio y alimento (Vásquez, 1992; Sepúlveda *et al.*, 2003; Villegas *et al.*, 2008). La zona de estudio estaría compuesta por bancos de mitílidos, ensambles de algas y galerías de poliquetos, entre otros. Por ejemplo, Sepúlveda *et al.* (2003), establecen la

importancia del poliqueto *Phragmatopoma moerchi*, al albergar una alta diversidad de macroinvertebrados (43 taxa) asociados a sus arrecifes. Así como también se ha establecido la importancia de la fauna asociada que sostiene los bancos submareales de *Aulacomya ater* (Sepúlveda, 2008). Entre las algas presentes, la macroalga *Lessonia trabeculata*, es una de las especies estructuradoras y comerciales, formadora de bosques submareales (Vásquez, 1992; Villegas *et al.*, 2008). Sus bajas coberturas indican quizás que se encuentran en sobreexplotación (Sernapesca, 2010). Por lo tanto, la presencia y persistencia de estas especies, vistas desde el punto de vista ecológico, toma aún más relevancia debido no sólo a la reducción de sus poblaciones, sino que otras especies se ven afectadas/beneficiadas por sus presencias (Carranza *et al.*, 2009). Además, desde el punto de vista comercial, muchas sustentan gran parte del sector pesquero artesanal (SERNAPESCA, 2010; Avendaño & Cantillanez, 2011).

Finalmente, la evaluación de la fauna comunitaria realizada durante este estudio de línea de base en el sector de Michilla, indica la presencia de ambientes propicios para macroinvertebrados aunque en muy bajas coberturas.

Especies bentónicas de importancia comercial

Desde las campañas de línea de base realizadas durante el año 2007 en el sector de Michilla hasta el segundo semestre 2013, se ha dado cuenta de la presencia de 11 especies con importancia comercial (GAC, 2007; UATSA 2011, UATSA 2012, UATSA 2013). Al comparar dicha información con aquella colectada en la campaña más reciente (julio 2014), se observa que existe un descenso en 7 especies. En el Tabla 3–113 se resume la información respecto de las especies observadas en cada uno de los estudios realizados en el sector hasta la fecha.

Tabla 3–113: Presencia histórica en el sector de Michilla de especies de importancia comercial, hasta campaña julio 2014

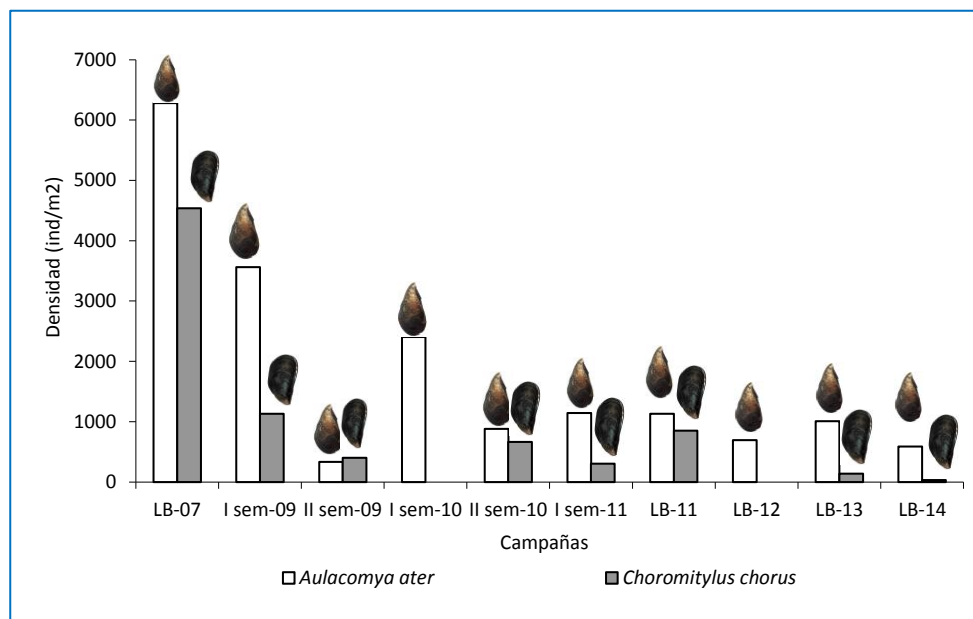
Especie	Línea Base 2007	I Sem 2009	II Sem 2009	I Sem 2010	II Sem 2010	I Sem 2011	Línea Base 2011	I Sem 2012	Línea Base 2012	Línea Base 2013	II Sem 2012	Línea Base 2014
<i>Aulacomya ater</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Choromytilus chorus</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓
<i>Concholepas concholepas</i>	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓
<i>Loxechinus albus</i>	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	x	x	x
<i>Thais chocolata</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Protothaca thaca</i>	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Fissurellalatomarginata</i>	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	x	x	x	x	x
<i>Fissurella nigra</i>	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Especie	Línea Base 2007	I Sem 2009	II Sem 2009	I Sem 2010	II Sem 2010	I Sem 2011	Línea Base 2011	I Sem 2012	Línea Base 2012	Línea Base 2013	II Sem 2012	Línea Base 2014
<i>Fissurella cumingi</i>	x	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	x	x
<i>Fissurella limbata</i>	x	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	x	x
<i>Fissurella crassa</i>	x	x	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	x
<i>Fissurella maxima</i>	x	x	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	x
<i>Cancer setosus</i>	x	x	✓	x	x	x	✓	x	x	x	x	x

✓: Presencia x: Ausencia
Fuente: COSTASUR.

Como se mencionó anteriormente, las especies más abundantes correspondieron a los mitílicos *A. ater* y *Ch. chorus*, donde históricamente ha emergido un patrón, presentándose cholga como la especie considerablemente más abundante. Así se puede ver en la gráfica de la Figura 3-110.

Figura 3-110: Densidad histórica de las dos especies más abundantes del sector de Michilla



Fuente: COSTASUR.

El análisis de estructura por tallas del recurso más abundante del sector, *Aulacomya ater*, sigue mostrando el patrón observado desde los comienzos de la línea de base y campaña enero 2009, aunque la moda en este periodo ha incrementado, registrándose un valor cercano a los 68 mm de longitud total. Los rangos de tallas desde los comienzos de la línea base estuvieron

compuestos por tallas que fluctuaron entre los 35 mm a 79 mm, entre 23 y 83 mm para el levantamiento de la campaña enero 2009, entre 28 a 64 mm en la campaña diciembre 2009 a junio 2010, 40 mm a 71 mm en la campaña septiembre a diciembre 2010, 6 a 82 mm en el estudio de línea de base 2011, de 25 mm a 85 mm en la campaña de línea de base 2012 y entre 22 mm y 87 mm en la campaña de línea de base 2013, mientras que en la presente campaña mostró un rango de 40 mm a 90 mm, indicando en este caso un menor porcentaje de individuos pequeños, lo que sugeriría un menor reclutamiento eventualmente por falta de adultos en estado reproductivo o bien en la reducción de los eventos reproductivos de esta especie.

Los valores de tallas media observadas para este recurso durante las campañas de monitoreo desarrollados hasta el momento, indica la estabilidad que presentarían las poblaciones de estos bivalvos en el sector de estudio, al observar patrones de incrementos en las tallas de estos organismos a lo largo del tiempo.

Los organismos de importancia comercial estuvieron representados por 4 especies, las cuales correspondieron a los moluscos “cholga” (*Aulacomya ater*), “choro zapato” (*Choromytilus chorus*), “locate” (*Thais chocolata*), y “loco” (*Concholepas concholepas*). Las mayores abundancias correspondieron nuevamente al bivalvo *Aulacomya ater*, seguidas de *Choromytilus chorus*, con densidades promedios de 590 ind/m² y 30 ind/m², respectivamente. En el caso de *Aulacomya ater* ha estado coexistiendo con *Choromytilus chorus* en los veriles de 5 a 10 metros de profundidad, e incluso en algunos sectores “choro zapato” ha profundizado su distribución. Observaciones similares para el sector de Michilla, han quedado expuestas por Avendaño & Cantillanez (2011), autores que confirman el compartimiento de hábitat de estos mitílidos. En términos de biomasa, la cholga es la especie que lidera el descriptor, seguida del choro zapato, en tanto las especies restantes, al presentar bajas abundancias también evidencian pequeños aportes en biomasa.

La estructura talla peso indicó que las mayores frecuencias de organismos correspondieron a las fases adultas, observándose una estructura unimodal en el caso de la mayor parte de las especies analizadas, no observándose la incorporación de nuevas cohortes a las poblaciones. La talla media de los recursos sugiere que solo las poblaciones de “cholga” y “locate” podrían ser potencialmente explotables, ya que superan la talla mínima de captura. Los análisis de correlación talla-peso mostraron buenos ajustes para la mayoría de las especies, con baja dispersión de datos. De acuerdo al coeficiente R², el mejor ajuste lo registró *Thais chocolata* seguida de *Concholepas concholepas*.

En relación a los resultados obtenidos a través de las subrutinas de FISAT II y junto al modelo de von Bertalanffy, se puede concluir que para las poblaciones de *Concholepas concholepas* que habitan bentos del sector, su crecimiento toma un periodo de tiempo bastante prolongado (aproximadamente 2 años se demora en alcanzar 90 mm de longitud peristomal), coincidiendo con los trabajos realizados por Stotz (2000) y Reyes & Moreno (1990). Cabe señalar además,

que las diferencias en cuanto al tiempo que demora el “loco” en alcanzar la talla mínima de captura, tiene importantes implicancias en la administración, y en concordancia con lo expuesto por Stotz (2000), se debe considerar que la actual talla mínima de captura no puede ser la misma para todo el país. En la zona Norte, escasamente se logra cumplir con la norma, demorando los ejemplares de “loco” aproximadamente 9 años en alcanzar su talla comercial.

Por otra parte el gasterópodo muricido *Thais chocolata* alcanza la talla mínima de captura alrededor de uno a dos años coincidiendo con los resultados obtenidos por Andrade *et al.* (1997). Por su parte la cholga *Aulacomya ater* presenta un crecimiento bastante rápido de alrededor de un año, similar a *Choromytilus chorus* que tarda aproximadamente un año y medio en alcanzar la talla mínima de captura.

Los resultados de Mortalidad Total (Z) y mortalidad natural (M) obtenidos de la rutina del FISAT II varían según la especie, para el caso del recurso “loco” los resultados obtenidos en este estudio se encuentran dentro de los valores estimados por Rivas & Castilla (1987), para el recurso “locote” los resultados estimados son levemente más altos a los obtenidos por Andrade *et al.* (1997). Por otra parte la cholga *Aulacomya ater* presenta un valor más alto de mortalidad total en comparación a *Choromytilus chorus*.

Comunidades intermareal rocoso

La prospección de los ambientes intermareales rocosos del sector de Michilla da cuenta de la presencia de 63 taxa, pertenecientes a distintos grupos faunísticos y algales, predominando al igual que en campañas previas de los monitoreos marinos del Plan de Vigilancia Ambiental, las especies móviles.

Se observó en todos los sectores monitoreados, la presencia de franjas zonacionales bien definidas, con comunidades bióticas características de cada una de ellas, así lo corroboran los análisis de clúster.

Es así como en las franjas superiores se pudieron observar amplios espacios descubiertos y bajas coberturas bióticas, registrándose pequeños parches del cirripedio *Jhelius cirratus* y entre estos densos grupos de moluscos littorínidos, tal como *Austrolittorina araucana* y *Echinolittorina peruviana*. En tanto, en la franja intermedia fueron dominantes el cirripedio *Notochthamalus scabrosus* y algunos complejos algales, además de cianofíceas. La franja inferior o inframareal fue la que presentó las más grandes coberturas bióticas, en alternancias en ocasiones con la franja mediomareal abundando en estos sectores las especies sálgales, entre las cuales destacan los extensos cinturones de *Lithothamnium sp.*, especie característica de la zonación inferior.

Se ha hecho notar en los informes de campañas anteriores el PVA marino, que los estudios de ambientes intermareales en Chile se han centrado en la zona Centro y Centro-Sur, siendo escasos los realizados para la zona Norte. Sin embargo, se cuenta con lo reportado en la

literatura gris, gracias a los aportes de las campañas de vigilancia ambiental que las distintas empresas han generado. Por otra parte, datos recientes de la composición de cuatro ensambles intermareales del Norte de Chile entre 21° y 30°S, muestran que su nivel de recambio de especies es muy alto en espacio (46-57% entre pares de ensambles, media ~50%; Camus, datos no publicados) y tiempo (promedio estacional ~40-50% en cada ensamble; Camus (2008)), lo cual podría ser una característica de las comunidades en esta región.

En estas campañas, se han podido observar oscilaciones faunísticas, sobre todo de especies sésiles, las que se han traducido en variaciones en el ancho de las franjas, sobre todos entre la intermedia y la superior, estas variaciones han estado moduladas por los reclutamientos de los cirripedios y por la aparición de algunas especies de algas, especies que dominan este tipo de franjas.

La dominancia de las dos especies de cirripedios reportadas en la presente línea de base, para las franjas superior y media del intermareal coincide con lo reportado por Navarrete & Castilla (1990). Por otra parte debe tenerse en cuenta que el sector prospectado corresponde a una zona de exclusión de intervención humana, ya que por ser parte de la concesión de Minera Centinela se produce un efecto de bloqueo de extracción de especies marinas. Es así que se ha demostrado que en concesiones marinas, por ejemplo en la estación de ECIM (Las Cruces), se producen cambios tanto en las densidades de especies móviles como en coberturas de especies que tapizan el sustrato primario, ocasionado por los predadores topes existentes en cada localidad (Navarrete *et al.*, 2010). En nuestro caso, estos cambios podrían estar dados por reducciones de mantos de chorito maico, (especie considerada como competidor dominante del intermareal rocoso), lo que podría haber generado incrementos en las poblaciones de las especies de cirripedios, situación que se vuelve a observar en esta campaña. De acuerdo a lo anterior cobra relevancia el contar con monitoreos de largo plazo, ya que son ellos los que permiten establecer las verdaderas líneas bases que revelen los cambios actuales y futuros y poder distinguir si estos cambios son propios de perturbaciones naturales o han sido ocasionados por perturbaciones antropogénicas.

Hay carencia aún de estudios que revelen las zonas de reclutamiento de los distintos invertebrados intermareales, sin embargo, se han realizado algunos acercamientos, por ejemplo es destacable el trabajo de Reyes & Moreno (1990) y Lepez *et al.* (1991), que señalan a los sectores intermareales medio y bajo para el reclutamiento y asentamiento de *C. concholepas*. Del mismo modo, López *et al.* (1999), señalan que esta condición para la lapa *Fissurella picta* en los mismos sectores, está determinada por la colonización de los cirripedios.

Diferentes estudios han demostrado que los cinturones de algas pequeñas albergan una fauna diversa y abundante (Fernández *et al.*, 1987; Fishelson & Haran, 1987; Ballesteros, 1988), constituyendo áreas importantes para el asentamiento de invertebrados marinos (King *et al.*, 1989; Rowley, 1989). Estos microambientes ofrecen alimento y refugio de perturbaciones físicas

(i.e. desecación) y biológicas (i.e. predación), para los organismos asociados (Seed & O'Connor, 1981; Worthington & Fairweather, 1989; Gibbons, 1988). González *et al.* (1991), demuestran la importancia de la presencia del mitílido *Perumytilus purpuratus* con asociaciones de algas, como *Gelidium chilense* para el asentamiento y reclutamiento de los distintos géneros de Fisurellidos en los ambientes medio e inferior del intermareal.

Los resultados de los distintos análisis, así como la estimación de índices para la fauna y flora de los ambientes de Michilla, son similares a los ya reportados por Minera Centinela para el mismo sector (UATSA, 2011a), y también se encuentran dentro de los rangos reportados para otros sectores intermareales de la Región, por ejemplo Punta Coloso, donde el número de especies así como la distribución y zonación de estas es bastante similar, a excepción de los sectores inferiores donde en el caso de Coloso las dominancias de las algas dan paso a la especie de tunicado *Pyura praeputialis*, sin embargo, en estos últimos años se ha revelado la alertante desaparición de esta especie, lo que ha dado paso al establecimiento de las formas algales y de algunos cirripedios (UATSA, 2011b).

Por otra parte, al igual que lo señalado para los ambientes submareales, es importante destacar que las relaciones ecológicas en el intermareal rocoso, por ejemplo entre ensamblajes algales y pastoreadores, pueden modificar o condicionar la permanencia o la distribución de especies algales, sobre todo cuando se producen pulsos por efectos de sistemas de surgencia o eventos El Niño-La Niña. En este sentido se ha señalado que en la Península de Mejillones, específicamente en Caleta Constitución, durante episodios La Niña, la intensificación de los procesos de surgencia incrementa la entrada de nutrientes hacia hábitat submareales favoreciendo la productividad de los ensamblajes de huiros. Sin embargo, repentinos cambios en los patrones espacio-temporales de pastoreadores como el erizo *Tetrapyrgus niger*, produjo la extinción local de *Macrocystis integrifolia* y la compresión del rango de distribución batimétrica de *Lessonia trabeculata* (Alonso *et al.*, 2005).

En este estudio, si bien no se cuentan con reportes de este tipo de eventos naturales, si han sucedido eventos de fuertes y constantes marejadas, las cuales pueden ocasionar efectos sobre las comunidades presentes, a pesar que esta situación no pareció haber alterado la composición faunística que se ha venido observando en las campañas precedentes.

Es importante destacar que los sectores intermareales sustentan o albergan gran parte de los primeros estados de especies con importancia comercial, tal es el caso del loco *Concholepas concholepas*, o de distintas especies de Fisurellidos, lo cual cobra relevancia no tan solo ecológica sino también social, ya que serán estos ambientes los que darán paso a la incorporación de estos organismos los ambientes submareales para alcanzar su adultez.

Así como se ha señalado la importancia de las especies bioingenieras o estructurantes que para el sector estarían compuestas por los parches de cirripedios, los ensamblajes algales y las

galerías de poliquetos *Phragmatopoma moerchi*, entre otros, las que proporcionan un ambiente secundario que albergan gran parte de la riqueza faunística registrada en este sector, así lo señalan autores como Sepúlveda *et al.* (2003), donde establecen la importancia de este gusano poliqueto al presentar una alta diversidad de macroinvertebrados (43 taxa) asociados a sus arrecifes, así también se ha establecido la importancia de bancos del mitilido intermareal *Perumytilus purpuratus* sobre su fauna asociada (Prado, 2004; Prado & Castilla, 2006). Son por estas razones que se sostiene la importancia del rol ecológico de estas especies ya que cumplen funciones como sitios de alimentación y refugio para una variedad de especies de macro-invertebrados.

Plancton

El zooplancton estuvo compuesto principalmente por el grupo de los copépodos, explicando este grupo sobre el 50% del total de la abundancia en la actual campaña. Si bien existió una alta dominancia de este grupo, también se observó un aporte importante de organismos componentes del meroplancton (estadios larvales de moluscos y crustáceos), lo cual refleja las características del sector en términos de productividad biológica secundaria.

Los cambios observados en la riqueza, abundancia y biomasa corresponderían a fluctuaciones naturales del sistema costero en estudio, no reflejando alteraciones de tipo antrópico en el sector. Cabe destacar que durante la temporada de monitoreo se presentaron marejadas en la bahía de Michilla.

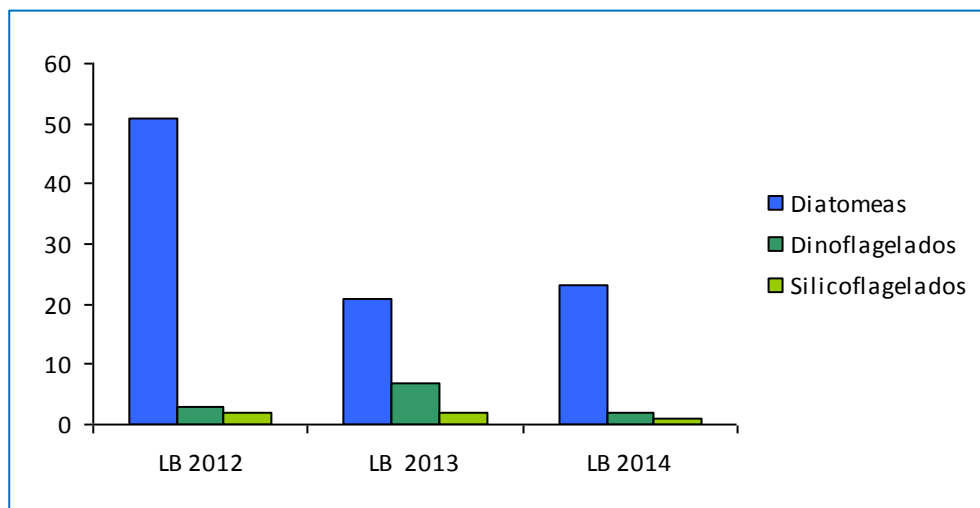
La gran cantidad de estadios larvales encontrados en la zona durante el seguimiento ambiental de Minera Centinela en el sector y durante el actual estudio de línea de base, indica que las condiciones son las adecuadas para una zona de reproducción, observándose además que la calidad ambiental se ha mantenido en niveles naturales hasta la fecha, sin señales de impacto ambiental local o perturbaciones de mayor escala.

Los resultados de esta campaña estarían evidenciando la alta variabilidad del sector, especialmente por los efectos de las constantes marejadas que afectan el área de estudio en esta época de año. Estudios de la costa Norte de Chile, señalan que el sector frente a Michilla es azotado constantemente por marejadas del SW, cuya intensidad depende de la intensidad de los vientos reinantes. Esta condición se intensifica entre los meses de mayo a julio, teniendo una duración de entre 2 a 4 días, intensificándose más aún durante la época de sicigia (SHOA, 1995).

Las características cualitativas de la comunidad fitoplanctónica en la campaña de línea de base en el sector de Michilla, evidenciaron una riqueza específica de 28 especies, evidenciando una alta dominancia del grupo de las diatomeas (82%). Aunque es menor a las campañas anteriormente realizadas, esta condición es una característica normal para estas costas, más aun después de las grandes marejadas que afectaron el sector. Este comportamiento se ha

observado en las campañas históricas desarrolladas por Plan de Vigilancia Ambiental de Minera Centinela (Figura 3-111).

Figura 3-111: Comparación histórica de riqueza específica entre campañas



Fuente: COSTASUR.

En este sentido, en el periodo de muestreo se observó que la comunidad fitoplanctónica estuvo dominada por las diatomeas *Licmophora abbreviata*, *Thalassionema nitzschioides* y *Corethron criophyllum*. Dentro de las especies de vigilancia nacional se registró la presencia de la especie *Pseudo-nitzshia pseudodelicatisima*, la cual se encuentran en niveles bajo la norma establecida por el Servicio Nacional de Pesca en un rango de raro (SERNAPESCA) y solo en 1 estación (CM-10).

Referente al análisis cuantitativo, se observa claramente la dominancia las formas flageladas, principalmente Flagelados como *Nanoflagelados* y *Plagioselmis prolunga* los cuales estuvieron presentes en la totalidad de las estaciones y estratos en muchos casos con un 100%, seguidos de *Rhodomonas sp.*

Comparando la distribución espacial de fitoplancton con la clorofila "a" y feofitina, se presentan mayores concentraciones en el estrato medio, teniendo mayor concentración hacia el Norte (estación CONTROL) que hacia el Sur. La gran diferencia en el sistema se registró en la superficie, donde las concentraciones de pigmentos son menores al estrato medio.

Aves y mamíferos marinos

Durante el periodo de monitoreo se registraron 28 especies de fauna que transitan o utilizan el sector de estudio, observando la presencia de todas las aves de interés, gaviota garuma (*L.*

modestus), piquero común (*Sula variegata*) y cormorán lile (*P. gaimardi*). Por el contrario, hace varios periodos que no son observados registros de chungungos (*Lontra felina*).

De las 28 especies de vertebrados registrados, 26 pertenecen al grupo de las aves y 2 son mamíferos marinos. Durante el periodo de monitoreo se aprecia un aumento en la riqueza de especie con respecto al mismo periodo del año 2012 (21 especies) y con la línea de base (12 especies).

El área de estudio está caracterizado por la presencia de especies asociadas a la corriente de Humboldt, donde los sistemas de surgencias aportan nutrientes y una disponibilidad de alimento para la fauna. Por ello, en algunos periodos hay registros de grandes abundancias de aves.

No se han detectado eventuales impactos en la fauna silvestre, se observa una lista de 28 especies y se registran las especies indicadas en la línea de base, esto sugiere que el área presenta condiciones favorables para el tránsito o desarrollo de la fauna marina.

3.10. Elementos Naturales y Artificiales del Patrimonio Cultural

3.10.1 Patrimonio Histórico

3.10.1.1 Introducción

En el presente acápite se entrega la caracterización del componente Patrimonio Histórico, de acuerdo a lo establecido en la Ley N° 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente y el Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental modificado a través del D.S. N° 40/2012.

3.10.1.2 Metodología

Se realizó la recopilación de información visitando y solicitando datos al Archivo Nacional de Bolivia (ANB), el Fondo Ministerio del Interior (T. 31, N° 22, año 1830 y T. 80, N° 25, año 1840), al Archivo Nacional de Chile (ANCH), el Fondo Ministerio de Hacienda (Vol. 768, sin foliar y Vol. 1021, sin foliar), el Fondo Ministerio de Relaciones Exteriores (N° 616, Intendencias, año 1894) y el Archivo Notarial de Caracoles (varios documentos, años 1871-1872), entre otros. La información fue posteriormente sistematizada y analizada, y se complementó con visitas a terreno reflejadas en un archivo fotográfico.

La totalidad del informe es presenta en el Anexo 3-9: Informe Histórico.

3.10.1.3 Resultados

El presente informe recorre el Distrito Minero de la comuna de Sierra Gorda, considerando que a lo largo de su historia tanto la costa como la pampa en Antofagasta han sido escenario para diferentes formas de asentamiento y de ocupación que dan cuenta de diversas prácticas sociales y culturales. Interesa reconocer cómo diferentes actividades y tradiciones fueron capaces de adaptarse, coexistir y responder a las exigencias de un paisaje desértico, con una ecología singular, aparentemente hostil para el asentamiento y que da cuenta de un uso focalizado y centralizado de los recursos.

El Distrito Minero de la comuna de Sierra Gorda, con su completa aridez, sólo puede ser entendido históricamente desde la interrelación e interconexión entre la franja litoral, las quebradas del interior y la cordillera, a través de la movilidad de distintos grupos indígenas que lo recorrían aprovechando diversos recursos existentes en los diferentes pisos ecológicos, situación que se sostuvo hasta tiempos del salitre. Las antiguas rutas de tráfico fueron esenciales pues en la pampa se enclavó la industria salitrera, pero su abastecimiento provenía del interior e incluso del Noroeste de Argentina. Tal interconexión se enriqueció con el tendido férreo que permitió la comunicación del interior con los puertos donde llegaban bienes del

Centro Sur de Chile, de Europa, Estados Unidos y Australia, donde se embarcaba el nitrato hacia los mercados extranjeros.

Las actividades mineras generaron nuevos mercados internos en las oficinas y pueblos salitreros. Aquellos requerían de insumos industriales, como carbón, pólvora, herramientas, maquinarias, petróleo, madera, forraje, ganado, entre otros, y también de productos agrícolas, mercaderías de tienda, almacén y alcoholes. Igualmente las nuevas actividades dinamizaron las relaciones sociales, incentivando la ocupación de nuevos espacios, comunicando sectores antes inconexos y atrayendo población procedente del espacio tarapaqueño, del Centro y Sur de Chile, de Argentina, Perú y Bolivia, que en su mayoría formó parte de la fuerza de trabajo de los asentamientos mineros en las distintas faenas de extracción, transporte, maestranza y elaboración de los minerales. A su vez, las poblaciones indígenas formaron parte del circuito minero, reorientando ciertas actividades económicas tradicionales en función de las exigencias que imponía el nuevo sistema de producción.

La mirada histórica sobre el Distrito Minero permite reconocer el ciclo de extracción de recursos marinos, básicamente pescado, que se registra desde tiempos precolombinos y aún perdura. Junto a los otros grandes ciclos extractivos que han marcado la historia y las tradiciones del Distrito Minero: al guano le sucedió el salitre, a este la plata y, ahora, el cobre. Algunos de estos ciclos que llegaron a transformar el paisaje, levantar ciudades y abrir nuevas rutas, duraron menos de 50 años. Sus restos, sin embargo, permanecen y han sido objeto de reocupaciones y nuevas ocupaciones.

Al transitar por la franja litoral, destaca la asociación, relación y vinculación de las costas con el Salar de Atacama, las tierras altas adyacentes, las quebradas y oasis del Río Loa y el altiplano de Bolivia, a través de una intensa red de tráfico. En épocas prehispánicas, esa red permitía a las poblaciones del interior y de las tierras altas el acceso a los recursos del litoral, por intercambio con poblaciones costeras especializadas o por control directo de nichos ecológicos costeros. Durante la época colonial, la continuidad de esa ruta de tráfico permitió la vinculación del puerto de Cobija con la Villa Imperial y mineral de Potosí (Bolivia), principalmente con movimiento de pescado seco y salado hacia el mercado potosino. En la época republicana, está vinculación también se mantendría debido a la explotación industrial del cobre, bórax, azufre, y de los yacimientos de guano existente en la costa.

Sobre la explotación minera en la costa, en la Colonia existieron explotaciones de cobre ubicadas en las cercanías de Cobija y Michilla. El descubrimiento del mineral de Caracoles, marcó el desarrollo de los asentamientos existentes en el área. Las actividades mineras de la costa árida de Antofagasta movilizaron a gran cantidad de personas procedentes del Centro-Sur de Chile, de Argentina, Bolivia, y del interior de Atacama. Aquellas laboraban en distintas actividades y oficios y habitaron en los asentamientos ya citados. Por otra parte, la explotación de caliche y minas de plata, situadas en la pampa desértica, tuvo un impacto gravitante en la

historia de la franja costera, particularmente para el puerto de Cobija, en su desarrollo y también declinación.

Recorriendo hoy día el litoral entre Tocopilla y Mejillones se hace una travesía entre Tocopilla (al Norte) y Antofagasta (al Sur), zona caracterizada con variados tipos de asentamientos: ciudades, localidades, plantas de elaboración minera e industrial, caletas de pescadores, viviendas aisladas, lugares o sectores de veraneo aptos y no aptos, ruinas de asentamientos patrimoniales y culturales, entre otros.

Una aproximación general a la explotación salitrera en la pampa da cuenta de las características del ciclo intensivo del proceso productivo del nitrato, iniciado en 1880, con la instalación de asentamientos e infraestructura asociada a las calicheras. Destacan las oficinas salitreras, los campamentos, los pozos de sondaje y explotación, los pueblos salitreros, los puertos de embarque, las estaciones de ferrocarril, las redes ferroviarias del Ferrocarril Antofagasta a Bolivia y del Ferrocarril Longitudinal Norte, las rutas camineras, por último, tranques, bocatomas y otras canalizaciones del agua del Río Loa. Todo lo anterior sostiene la organización de la pampa en una serie de unidades administrativas-productivas, denominadas cantones o distritos salitreros. De Norte a Sur, tres eran los distritos salitrales: La pampa del Toco, la pampa de Antofagasta y la pampa de Aguas Blancas.

La explotación salitrera en el Cantón El Toco recorre la historia de la conformación de una serie de sociedades salitreras, como la Sociedad Unión del Toco, la Sociedad Francisco S. Ojeda y la Sociedad Pedro López Gama y Cía., donde destaca el momento en que Chile toma posesión del territorio de El Toco.

La explotación salitrera en el Cantón Pampa Central muestra los primeros cateos y el descubrimiento de los mantos calicheros en el Salar del Carmen, la organización de Sociedad Explotadora del Desierto de Atacama y la conformación de la compañía Melbourne Clark y Cía. También se da cuenta del aprovisionamiento de agua como una gran dificultad. En **La explotación se extiende hacia Salinas** se observa que, hacia 1870, la Chimba o Antofagasta mostraba los efectos del impulso de la empresa salitrera. Además, cómo se descubrieron mantos de caliche en Carmen Alto y en Salinas, puntos donde se instalaron pequeños campamentos de cateadores y operarios. Desde allí comenzó la progresiva instalación de las oficinas salitreras, junto a los pueblos, estaciones y ramales del ferrocarril.

En **El Cerro de la Plata** se detalla el descubrimiento, en mayo de 1870, de un mineral muy importante, y sus consecuencias irreversibles. Se trata de un cerro situado cerca de la serranía del cerro Limón Verde, que fue bautizado como cerro Caracoles. Una vez que se tuvo noticia del descubrimiento del mineral, una multitud de mineros, cateadores y personas que se vieron entusiasmadas por los descubrimientos de plata, todos ellos principalmente chilenos, llegaron a los cerros de la zona buscando vetas del mineral.

También se da cuenta de las numerosas sociedades que se organizaron con el objetivo de denunciar, comprar, aviar y explotar minas o barras en el mineral. De este modo, la participación chilena en la explotación del mineral no se limitó a la oferta de brazos, sino que también de capitales. Dichos capitales, además de los objetivos enunciados estaban destinados a comprar, beneficiar y vender minerales, y denunciar o comprar aguas y terrenos si fuere necesario para el desarrollo de los negocios. El Estatuto de la Compañía Explotadora de Caracoles está fechado en octubre de 1870. También se da cuenta de los orígenes de los vendedores y compradores y en general de la población que llegó al mineral de Caracoles. Se aprecia que correspondían a un universo multinacional de vendedores y compradores en donde destacan los empresarios de nacionalidad chilena, pero también encontramos ciudadanos bolivianos, colombianos, peruanos, estadounidenses, ingleses e italianos. La clase trabajadora, operarios y peones de minas, ha sido reconocida como un palimpsesto cultural de varias nacionalidades, incluyendo a la población indígena de las comarcas vecinas. Efectuándose también una suerte de historia del mineral bajo administración chilena y a partir de tres grandes ejes cronológicos- productivos. Hasta que en 1993, la planta completa fue rematada.

En **La explotación y asentamiento minero de Caracoles** se analizan las dificultades propias que tuvo que sortear la explotación del mineral de Caracoles a fin de lograr, desde sus inicios, una explotación eficiente. La lejanía, la falta de accesos al mineral, y el aprovisionamiento de insumos para la subsistencia eran dificultades que había que remontar. Durante los primeros años de explotación del mineral, llegó un número importante de habitantes al Departamento Litoral, cuya cabecera era Cobija. Esta situación produjo un colapso en algunos servicios básicos, principalmente el suministro de agua, puesto que los puertos no estaban preparados para absorber la avalancha de población. Esta situación convirtió a los pueblos del interior, especialmente Chiu Chiu y Calama, en activos partícipes del proceso de desarrollo minero en el desierto de Atacama, abasteciendo de agua, a precios elevadísimos, al mineral de Caracoles. En general, por la lejanía del mineral en relación a los principales centros poblados y por la inexistencia de caminos en buen estado, todos los productos necesarios para la subsistencia de los trabajadores de Caracoles tenían altos precios, debido a la escasez de los mismos.

Igualmente, se entregan ciertas líneas respecto de la historia de su asentamiento, definiéndose las características de su patrón de asentamiento, los tipos de habitaciones, su distribución, además de la conformación de los servicios básicos y accesos camineros al mineral. Se entregan detalles sobre la composición general del asentamiento: Primer Caracoles o Placilla Norte, Segundo Caracoles o La Isla, Tercero y Cuarto Caracoles. El desarrollo de Caracoles implicó también la transformación de sectores vecinos, por ejemplo, en la costa, Antofagasta y Mejillones.

Las rutas, las vías de comunicación y las líneas ferroviarias reseñan los descubrimientos de salitre y plata como modificadores del trazado de caminos en la pampa de Antofagasta. Por

una parte, el sistema de carretas “de huella”, que podían soportar grandes pesos de mercaderías y de pasajeros. Por otra parte, el funcionamiento del mineral de cobre de Chuquicamata que alteró radicalmente las vías para la introducción de la mecanización y el uso intensivo de vehículos pesados motorizados. También destaca la construcción de la vía férrea hacia el Salar de Carmen y su prolongación hasta la nueva frontera con Bolivia. La extensión de las estaciones, sus ramales y arranques hacia las oficinas salitreras eran una clara evidencia de la amplitud de la explotación salitrera. Y un lugar importante en este punto es el papel jugado por los arrieros que llevaban a las oficinas salitreras los productos de los oasis ubicados en valles precordilleranos, quebradas y cabeceras de valles.

Recorriendo hoy día la pampa muestra a la localidad de Sierra Gorda como un verdadero oasis en el medio de la pampa, que mantiene su carácter de lugar de paso, con construcciones modernas. En la misma comuna de Sierra Gorda, se localiza el sitio arqueológico de Caracoles, cuyos materiales dan cuenta de la existencia de estructuras habitacionales, evocando poblados, estructuras industriales, cementerio, minas de plata, piques, socavones, huellas troperas y de carretas, entre otras, que denotan las ocupaciones pasadas de ese espacio y, también, sus relaciones con la costa (especialmente Cobija), y el interior (particularmente Calama). En este recorrido se sitúa la malla de oficinas salitreras, caracterizada por su gran densidad y permanencia actual.

Por último, en **El territorio, el salitre y la guerra: Integración, recursos y poblaciones**, se aborda la Guerra del Salitre como gatillante de una serie de cambios al interior del territorio del Distrito Minero, tanto en las relaciones sociales que se gestan a partir de la imposición de un modelo económico liberal, como en el proceso de construcción de territorios, basado en el acoplamiento entre Estado y capital privado. A la par, la estructura administrativa chilena introduce una propia traza geopolítica, dando origen a un nuevo ordenamiento territorial. Es importante destacar que esta organización administrativa del territorio buscaba dar seguridad y eficiencia a la explotación de minerales buscando: dinamizar los enclaves mineros por sobre las localidades rurales y jerarquizar la gestión administrativa según la composición social, cultural o nacional de su población. Se observa que las poblaciones indígenas, del interior andino, tuvieron un rol central en el desarrollo económico de esta región, y que a su vez, las transformaciones capitalistas en la zona, provocaron cambios radicales en las dinámicas sociales de esas poblaciones. La participación se basó en relaciones de mercado como pauta de integración, cuyas bases fueron los sistemas agropecuarios andinos.

3.10.1.4 Conclusiones

La población y los territorios del interior andino no estuvieron al margen de los procesos descritos. Por el contrario fueron activos partícipes de los procesos sociales y económicos que

se gestaron, y por lo tanto se evidencian una serie de transformaciones y reorientaciones en los sistemas socio-culturales de las poblaciones indígenas.

En este contexto, la figura del arriero es vital para comprender todo este sistema de tráfico de animales y de mercancías, puesto que ellos eran los conocedores de los caminos o rutas tradicionales y de las redes comerciales existentes. Sin el sistema de arrieraje, los flujos de circulación de bienes, acrecentados después de la Guerra del Salitre o del Pacífico, no se hubiesen podido desarrollar. Durante la etapa chilena el centro productor de ganado seguía estando ubicado en Argentina, principalmente en Salta, mientras que la provisión de forraje seguía localizada en Calama y San Pedro de Atacama. Los arrieros fueron quienes tuvieron el papel central como abastecedores de las oficinas salitreras y del campo minero de Caracoles, y posteriormente de los centros mineros de cobre, llevando las frutas, vinos, alfalfa y hortalizas producidas en los valles precordilleranos, además de combustibles como llareta y leña, y el tráfico transcordillerano se convirtió en una actividad económica y comercial muy importante. Hasta fines del siglo XIX, “la arriería regional tuvo como uno de sus destinos más importantes el campo minero de Caracoles que aún absorbía un importante tráfico indígena proveniente de los oasis de San Pedro de Atacama y del Loa. Los arrieros atacameños conducían allí sus pequeñas tropas y comercializaban alfalfa y leña, proveyéndose de otros artículos y víveres [...]. Con el desarrollo económico de la zona del Loa, los trajines comenzaron a volcarse hacia ese sector, principalmente a través del suministro de combustible. La *llareta*, que se había vuelto indispensable para el funcionamiento de la industria minera, era recolectada y transportada a lomo de burro o de llama a los centros mineros e industriales” (Sanhueza y Gundermann, 2006 Ms).

Es importante señalar que existía cierto tipo de jerarquización social dentro de los sistemas sociales indígenas. Por lo tanto, dentro de este sistema económico se identifican una serie de complejidades que vale la pena describir para comprender el tráfico de caravanas de ganado. De acuerdo a Gundermann y Sanhueza (2007), hacia 1884 existía en San Pedro de Atacama una estratificación socioeconómica importante que diferenciaba, por una parte, a los grandes propietarios y comerciantes de la población indígena. Y por otra, dentro de esta última, a los indígenas que disponían de sus propios medios de producción, de capital o según si eran trabajadores independientes o asalariados. De acuerdo a Bertrand (1885) el panorama social se componía de las personas más acomodadas, principalmente constituida por comerciantes de ganado traído de Argentina; indígenas propietarios, quienes tenían terrenos con una importante producción de alfalfa, en menor medida maíz y trigo o cebada; indígenas “menos acaudalados” propietarios de pequeñas recuas de mulas o burros, quienes eran los encargados de llevar distintos productos, especialmente leña, a Caracoles; y por último indígenas sin medios de producción que trabajaban como jornaleros, segadores, etc.

Por otro lado, existía cierto tipo de especialización entre los que formaban parte del sistema de arrieraje; algunos encargados del traslado del ganado desde Argentina, otros a cargo de su engorda en los potreros de alfalfa y otros de su redistribución. De acuerdo a Sanhueza y Gundermann: “la terminología de la época distinguía al “baquiano” como el guía y conocedor de los caminos y pasos cordilleranos; al “arriero” como aquél que “trajinaba” con bestias de carga; y a los “remeseros” o “peones” (eventualmente también llamados “arrieros”) como quienes transportaban las remesas de ganado a sus propietarios o agentes importadores de San Pedro de Atacama. Estas denominaciones designaban categorías diferenciadas respecto a quienes desempeñaban las actividades vinculadas al tráfico” (2007: 131).

Es importante aclarar que algunas de las diferenciaciones socioeconómicas descritas son perceptibles desde el período boliviano, donde la población indígena constituía el segmento de tributarios y los grupos dominantes gozaban de una condición política, económica y social bien distinta. Sin embargo, como fue mencionado anteriormente, un segmento de la población indígena, mediante su integración en las redes mercantiles, lograron tener poder económico, incluso mayor que algunos ciudadanos bolivianos (Sanhueza y Gundermann, 2006 Ms).

De este modo, la posesión de ganado y tierras productivas fue decisiva para que en la época se dieran procesos de movilidad social y con ello diferenciaciones dentro de la población indígena.

Con la llegada del ferrocarril, a fines del siglo XIX, este sistema se vio fuertemente impactado, principalmente porque mermó la demanda de mulas desde la pampa salitrera. Estas, limitaron su función al transporte del salitre desde las plantas hasta las estaciones del ferrocarril. Esto implicó la transformación de las estrategias productivas y laborales de los atacameños, los que hasta fines del siglo XIX habían articulado un sistema económico que tenía como protagonista al arrieraje.

Como fue esbozado anteriormente, en la Región se siguieron utilizando a las mulas como animal de carga, tracción de carretas o como transporte de personas, y en este sentido no mermó la demanda de mulas hacia Argentina. La merma de la actividad se asocia entonces, directamente al arrieraje tal como se había desarrollado hasta ese momento. Es interesante destacar que la figura cultural del arriero y la importancia social de dicha actividad no se perdió con el declive de los grandes circuitos regionales; adaptándose a las nuevas condiciones y estableciendo nuevos trayectos. Aunque disminuida, la actividad se readaptaba a las nuevas condiciones y a la creciente demanda regional, estableciendo circuitos alternativos y territorialmente más restringidos que los anteriores. Los principales desplazamientos se vinculaban con el transporte, abastecimiento y comercio hacia los centros urbanos y mineros, pueblos y asentamientos agrícolas, estaciones de ferrocarril, faenas y campamentos del desierto. La arriería y el caravaneo con burros y llamas cargueras permitieron a su vez la continuidad del comercio y el intercambio complementario característico de las relaciones entre comunidades andinas, vinculando incluso los oasis atacameños con territorios tan distantes

como Lípez o la Puna de Atacama hasta muy avanzado el siglo XX (Risopatrón, 1910; Núñez, 1992).

De este modo, ha quedado expuesto que las poblaciones indígenas del interior andino tuvieron un rol central en el desarrollo económico de esta región, y que a la vez, todas las transformaciones ocurridas en el contexto del proceso de expansión del capitalismo en la zona, fueron introduciendo cambios significativos en las dinámicas sociales de estas poblaciones. Es importante señalar que la participación de estos grupos siguió una pauta de integración basada en relaciones de mercado, las que de una u otra manera se articularon con los sistemas económicos tradicionales, es decir, fue una integración cuyas bases fueron los sistemas agropecuarios andinos.

La participación de las poblaciones indígenas en el desarrollo de la gran minería bajo un modelo capitalista de asalariamiento, marca un punto de inflexión en la forma de integración de estos grupos. La base agraria que había caracterizado la integración indígena años anteriores comienza a difuminarse, acrecentándose la dependencia indígena del mercado de fuerza de trabajo minero. Este cambio o transformación de la pauta de integración se explica en gran medida porque los requerimientos de la gran minería a inicios del siglo XX, no podían ser satisfechos por el campesinado local.

La crisis de la industria del salitre y el cierre de las oficinas salitreras de la pampa generó un desplazamiento de obreros, muchos de ellos con sus familias, hacia los centros mineros y campamentos del Loa. Dichas poblaciones comenzaron a instalarse en Calama, que en ese tiempo era una ciudad pequeña que carecía de infraestructura y servicios básicos para mantener a la población que llegaba. De este modo, comienza la historia de crecimiento urbano de Calama, estrechamente vinculado a la minería y con el problema del abastecimiento de servicios básicos e infraestructura habitacional. Desde el punto de vista laboral, el ocaso del salitre en la pampa generó mayores presiones en el mercado de fuerza de trabajo, en la medida que llegó en busca de trabajo un contingente de obreros dispuestos a trabajar por salarios bajos.

El informe, descrito en detalle en el Anexo 3-9, quiere ser un aporte a la discusión y reflexión en torno a un territorio como el Distrito Minero, cuya historicidad es profunda y significativa, y donde existen una serie de realidades culturales y restos patrimoniales históricos que requieren ser pensados para integrarse a un paisaje local, regional y nacional de un modo más visible y gravitante.

3.10.2 Patrimonio Arqueológico

3.10.2.1 Introducción

En el presente acápite se entrega la caracterización del componente Arqueología, para el área de influencia definida en el Capítulo 2, de acuerdo a lo establecido en la Ley N° 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente y el Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental modificado a través del D.S. N° 40/2012.

3.10.2.2 Metodología

i. Estudio Antecedentes Arqueológicas y/o Culturales

Antes de iniciada la inspección se realizó una revisión bibliográfica de los estudios arqueológicos e históricos antecedentes en la localidad y sectores más próximos al emplazamiento del Proyecto, a fin de evaluar anticipadamente las características arqueológicas y la posible existencia de sitios y/o hallazgos patrimoniales en su área de cobertura. Esto incluye además el catastro de sitios de la base UTMA-MOP (1994).

ii. Inspección Arqueológica Visual

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 de influencia del Proyecto.

Para esto, en el área de influencia del Proyecto se plantearon transectas virtuales continuas de 50 m de ancho, las que fueron recorridas por cada profesional en zigzag a intervalos no mayores de 15 m²⁸ a lo largo de todo el trazado, mediante el programa de navegación del GPS Garmin GPSmap60CSx®, observando toda la superficie de los terrenos arqueológicamente “visibles” y controlando todas las secciones ocasionalmente expuestas.

²⁸ Schiffer and Wells (1982) examinaron 10 variables que definen el nivel de esfuerzo en las prospecciones arqueológicas, y afirman que el espaciamiento de las transectas es probablemente el factor más importante que afecta el nivel de esfuerzo. Reconocen que la obstrusividad de cada manifestación arqueológica—desde un hallazgo aislado (lasca por ejemplo) a un sitio monticular monumental— es un segundo factor importante que afecta la detección de sitios y, por lo tanto, el nivel de esfuerzo necesario. Los mismos autores afirman que las transectas a intervalos de 20-50 m no son suficientes para descubrir sitios arqueológicos discretos. Señalan que otros investigadores han demostrado que una mayor precisión requiere mayor intensidad, concluyendo el equipo de prospectores, distanciados a intervalos de 15 m, asegura un 100% de posibilidades de descubrir todos los sitios de 5 m de diámetro o mayores (Schiffer y Wells 1982; Kullen 2005).

El área de emplazamiento de los hallazgos detectados fue objeto de una exhaustiva revisión superficial con el objeto de establecer el tipo de evidencias detectadas, y así adscribir, de ser posible, cultural y cronológicamente, de manera preliminar, el tipo de hallazgos reconocidos, sus características físicas, entre otros, con el propósito de establecer las medidas de acción a seguir.

Se registraron los hallazgos arqueológicos detectados describiendo sus principales características, al mismo tiempo que se realizó un registro fotográfico de cada hallazgo. Los puntos de propiedad cultural identificados fueron georreferenciados con GPS, lo que permite expresar cartográficamente el emplazamiento de los hallazgos dentro del plano general del Proyecto.

El estudio se ha realizado con diversas campañas desde el año 2010 hasta el año 2014, con la participación de 35 profesionales. La primera campaña se realizó entre el 19 de octubre y 1 de noviembre de 2010, en la que participaron 22 profesionales; la segunda, entre los días 13 y 19 de marzo 2011, con la participación de 18 profesionales; la tercera, entre el 27 de septiembre y 5 de octubre de 2011 con la participación de 15 profesionales; la cuarta, entre el 8 y 11 de noviembre de 2011 con la participación de 4 profesionales; la quinta, en enero de 2013, con la participación de 11 profesionales; la sexta en marzo de 2013; la séptima en octubre 2014 con la participación de 7 profesionales; y la última, de una duración de 6 días en noviembre de 2014 con la participación de 4 profesionales.

iii. Sondeos

A través de la Ord. N° 592/2015 del Consejo de Monumentos Nacionales, se autorizó la ejecución de una ampliación de la Línea de Base en aquellos sitios arqueológicos prehispánicos e históricos detectados en el área de influencia que se encuentran directamente asociados a la instalación de una obra del Proyecto, utilizando la metodología de sondeos, de manera de profundizar en las características contextuales y depositacionales de los hallazgos, realizando excavaciones de pozos de 0,5x0,5 m o 1x0,5 m hasta alcanzar niveles culturalmente estériles. La campaña de terreno de sondeos se llevó a cabo entre el 13 y el 22 de marzo de 2015.

3.10.2.3 Resultados

En el área de influencia del Proyecto se registraron 509 hallazgos de patrimonio cultural y 72 huellas o rasgos viales, las que fueron seguidas y levantadas topográficamente de manera preliminar. Estos resultados se presentan separados en 2 secciones; la primera comprende los hallazgos materiales detectados (Sitios arqueológicos, Concentraciones arqueológicas y Hallazgos aislados) y la segunda parte concentra los resultados asociados a rasgos viales.

i. Hallazgos Materiales

Desde el punto de vista de la densidad, 509 hallazgos materiales corresponden a 115 sitios arqueológicos (SA), 143 concentraciones arqueológicas (CA), 248 hallazgos aislados arqueológicos (HA), 2 sitios paleontológicos (SP) y 1 hallazgo aislado paleontológico (HAP).

Desde el punto de vista de su cronología, se identificaron tres hallazgos paleontológicos (dos sitios y un hallazgo aislado). De los 506 hallazgos restantes 167 son de cronología prehispánica, 330 históricos, 7 históricos con reocupación subactual y 2 subactuales.

Entre los hallazgos prehispánicos, 27 corresponden a Sitios arqueológicos, 67 a concentraciones arqueológicas y 73 a hallazgos aislados. Por su parte, entre los hallazgos históricos se encuentran 82 sitios arqueológicos, 75 concentraciones y 173 hallazgos aislados. De los 7 hallazgos históricos con reocupación sub actual, 6 son sitios arqueológicos y uno corresponde a una concentración. Por último, los 2 hallazgos subactuales corresponden a hallazgos aislados.

Los hallazgos prehispánicos corresponden en su totalidad a actividades de talla lítica²⁹ cuyo objeto es el aprovisionamiento de materias primas silíceas de buena calidad para la confección de instrumentos de caza y corte. Por su parte, los sitios arqueológicos de época histórica consisten en campamentos habitacionales y/o mineros de distinta envergadura (campamentos mineros simples o semi complejos) en los que se asocian piques de extracción y recintos habitacionales. A ellos se asocian materiales culturales consistentes en objetos descartados tales como latas de comida, alambres para instalaciones, huinchas de barril (zunchos), partes constituyentes de maquinarias, restos de madera y restos de arqueofauna, que fueron depositados en la superficie principalmente como resultado de las actividades asociadas a la extracción de las vetas de Caracoles a fines del siglo 19. En 7 casos, se encuentran evidencias de reocupación subactual sobre sitios, y en un caso, la concentración de restos históricos y subactuales. Respecto a los 2 restos subactuales, estos corresponden a basura depositada por trabajos efectuados en épocas recientes.

ii. Rasgos Viales (Huellas)

En el área de influencia del Proyecto se detectaron 72 huellas o rasgos viales los que fueron delineados mediante su seguimiento y mapeo preliminar a modo de tener una idea del número total de huellas detectadas. De las 72 huellas registradas, 15 corresponden a huellas simples o senderos, 5 corresponden a huellas múltiples, 51 corresponden a huellas de carreta y 1 corresponde a una línea férrea.

²⁹ Hallazgo aislado= 1 elemento; Concentración= 2 a 5 elementos; Sitio= 5 hasta n elementos

El universo de huellas está conformado en su mayoría por huellas de carreta, ya sea de tres, cuatro, cinco o más surcos. Se distinguen en base a la forma paralela en que se delinean los surcos. El tipo más clásico y simple, se conforma de tres surcos, en el cual un surco central es bordeado por dos surcos más profundos. El surco central corresponde al paso del animal de tracción y los laterales al paso de las ruedas. Dependiendo del suelo que atraviesen, estos surcos pueden ser más o menos profundos. Asimismo, el tiempo de uso incide muy probablemente en la profundidad. Estas mismas huellas tienen a veces otros dos surcos paralelos a los costados, menos profundos, posiblemente hechos por caminantes o por animales de recambio. El aumento en la cantidad de surcos se relaciona posiblemente con un cambio en la forma del vehículo –en tiempos posteriores al fin de siglo 19- pero también con el uso de alternativas a las huellas antiguas, demasiado holladas y difíciles de sobrepasar en algunos puntos en los que el suelo es blando. Es importante mencionar que las huellas registran en algunos de sus tramos, la presencia de rasgos tales como objetos descartados, esqueletos de animales muertos en la ruta o posibles emplazamientos de pernocte consistentes en excavaciones sub circulares poco profundas. El registro detallado de cada una de las principales huellas detectadas ayudará a caracterizar y definir lo anterior con mayor certeza.

Respecto a las huellas simples, éstas están aparentemente asociadas a los laboreos pirquineros o campamentos mineros simples conectándolos con las rutas principales o con los centros de abastecimiento de la época (Placilla y La Isla principalmente), aunque esto deberá ser constatado mediante el fichaje detallado. No obstante lo anterior, las huellas simples han sido calificadas como de cronología indeterminada debido a que pueden corresponder a uso prehispánico.

Por su parte, las huellas múltiples, definidas en base a la inexistencia de paralelismo en el delineado de sus surcos, corresponden posiblemente a huellas de época prehispánica o al arreo de bestias traídas durante fines del siglo XIX desde Argentina para el abastecimiento de la población. Al respecto, llama la atención su presencia en el área ubicada al poniente del proyecto. Como en los dos casos anteriores, solo el fichaje podrá establecer con certeza su origen y en atención a esto han sido calificadas como de cronología indeterminada.

3.10.2.4 Conclusiones

De la información obtenida y analizada en los resultados, se obtiene que tras diversas campañas de terreno desde el año 2010 a la fecha, en donde se trabajó caracterizando el área de manera superficial, intensiva y sistemática, con técnica no invasiva, se registraron un total de 509 hallazgos aislados, sitios y concentraciones arqueológicas. De estos, destacan los 167 registros prehispánicos, de los cuales 27 corresponden a sitios arqueológicos, 67 a concentraciones y 73 a hallazgos aislados. Con respecto a los registros históricos, hay 82 sitios arqueológicos, 75 concentraciones y 173 hallazgos aislados, dando un total de 330. Por otro

lado, se detectaron 72 huellas o rasgos viales, los que fueron delineados mediante su seguimiento y mapeo preliminar a modo de tener una idea del número total de huellas detectadas. De las 72 huellas registradas, 15 corresponden a huellas simples o senderos, 5 corresponden a huellas múltiples, 51 corresponden a huellas de carreta y 1 corresponde a una línea férrea.

Los antecedentes bibliográficos de la zona y el detalle de las prospecciones realizadas y las fichas por hallazgo se presenta en el Anexo 3-10: Línea de Base Arqueológica. La posterior ampliación de la Línea de Base con trabajo de sondeos se presenta en el Anexo 3-11: Informe de Sondeos Arqueológicos.

3.10.3 Patrimonio Paleontológico

3.10.3.1 Introducción

En el presente acápite se entrega la caracterización del componente Paleontología, para el área de influencia definida en el Capítulo 2, de acuerdo a lo establecido en la Ley N° 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente y el Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental modificado a través del D.S. N° 40/2012.

3.10.3.2 Metodología

El trabajo se realiza a partir de la consulta y análisis de la información disponible sobre la geología y paleontología del área del Proyecto. Esta información incluye las cartas geológicas de Tocopilla (Ferraris, 1978), Calama (Marinovic y Lahnsen, 1984), Antofagasta (Ferraris y Di Biase, 1978) y Toconao (Ramírez y Gardeweg, 1982), todas ellas de escala 1:250.000, así como publicaciones científicas (Stehn, 1923; Biese, 1961; Harrington, 1961; Tobar, 1966; García, 1967; Montaña, 1976; Jensen y Quinzio, 1981; Gygi y Hillebrandt, 1991; Gröschke y Hillebrandt, 1994; Hillebrandt et al., 2000; Hillebrandt, 2001; Marquardt et al., 2012). La documentación fue reunida, evaluada y priorizada para su lectura y análisis. A partir de este análisis se hizo una primera evaluación del potencial paleontológico de las distintas unidades geológicas presentes, sobre la base de la metodología presentada en la Guía de Evaluación de Impacto Ambiental “Monumentos Nacionales Pertencientes al Patrimonio Cultural en el SEIA” (SEA, 2012). En esta Guía se distinguen unidades con dos categorías de potencial fosilífero, las que pueden sintetizarse como:

- Unidades geológicas con certeza o alta probabilidad de contener fósiles. Esta categoría corresponde a aquellas unidades que contienen material paleontológico en alguno o todos sus niveles o capas, o que es muy factible que los posean, considerando su origen sedimentario. Estas unidades pueden estar formadas también por rocas piroclásticas donde podrían encontrarse fósiles.
- Unidades geológicas con baja o nula probabilidad de contener fósiles. Corresponde a aquellas unidades integradas por rocas intrusivas o metamórficas de alto grado.

La aplicación de estas categorías de distinción fue discutida en función de otros factores (e.g., ambientes de depósito) que pueden favorecer o disminuir la probabilidad de preservación de fósiles en una determinada litología. Así, se seleccionaron de entre el total de formaciones geológicas presentes, aquellas que tienen interés paleontológico, es decir, las que con certeza contienen fósiles o las que tienen alta probabilidad de contenerlos.

- Análisis remoto de las imágenes satelitales Google Earth®. Teniendo en cuenta la variedad de litologías que presentan algunas de las formaciones geológicas señaladas

como de alto potencial paleontológico y lo amplio de la zona de estudio, se interpretaron colores, texturas, lineamientos, etc. a partir de imágenes satelitales. Se definieron áreas potencialmente fosilíferas y blancos de prospección.

- **Prospección paleontológica.** Se realizaron dos campañas de terreno; la primera llevada a cabo entre los días 15 y 20 de diciembre de 2014 por las profesionales Saleta de los Arcos, geóloga-paleontóloga y, Marina Pérez, geóloga. La segunda, entre los días 16 y 26 de Febrero de 2015, llevada a cabo por los profesionales Amaro Mourgues, geólogo-paleontólogo y, Marina Pérez, geóloga. Durante ambas, se realizaron observaciones estratigráficas y paleontológicas en los puntos seleccionados previamente con el análisis remoto de la imagen satelital.
- **Análisis remoto de las imágenes satelitales Google Earth®** en relación a los datos obtenidos en terreno y mediante la extrapolación de resultados sobre la base del principio estratigráfico de continuidad lateral.
- **Informe final.** Se integra la información recabada en las fases previas, se presentan resultados y conclusiones de la Línea de Base. Se entrega asimismo una aproximación al valor de los materiales y yacimientos paleontológicos presentes en el área.

3.10.3.3 Resultados

El trabajo completo realizado respecto a este componente se encuentra en el Anexo 3-12. A continuación se presentan los principales resultados.

El Proyecto se extiende en una superficie de terreno con materiales y formaciones geológicas de diversa naturaleza, y edades comprendidas entre el Jurásico Superior y el Cuaternario. De ellas, el Grupo Caracoles es la única unidad que presenta un potencial paleontológico elevado, presentando un registro de amonites que abarca desde el Bajociano hasta el Oxfordiano (Jurásico Superior), existiendo además citas relativas a la presencia de bivalvos, braquiópodos, gastrópodos, nautiloideos, posidonias y corales. En base al registro de bivalvos se extiende con dudas su edad hasta el Kimmeridgiano.

Sobre la base de los antecedentes geológicos y paleontológicos del área, se realizó un análisis e interpretación de imágenes satelitales disponibles en Google Earth® para definir un conjunto de áreas y puntos potencialmente fosilíferos como herramienta para la prospección paleontológica en un área de gran extensión. Durante el trabajo de terreno se georeferenciaron 233 puntos de observación, en los que se registró información de carácter estratigráfico y paleontológico. En 157 de ellos fueron registrados fósiles. Todos los materiales paleontológicos reconocidos provienen de las sedimentitas jurásicas del Grupo Caracoles.

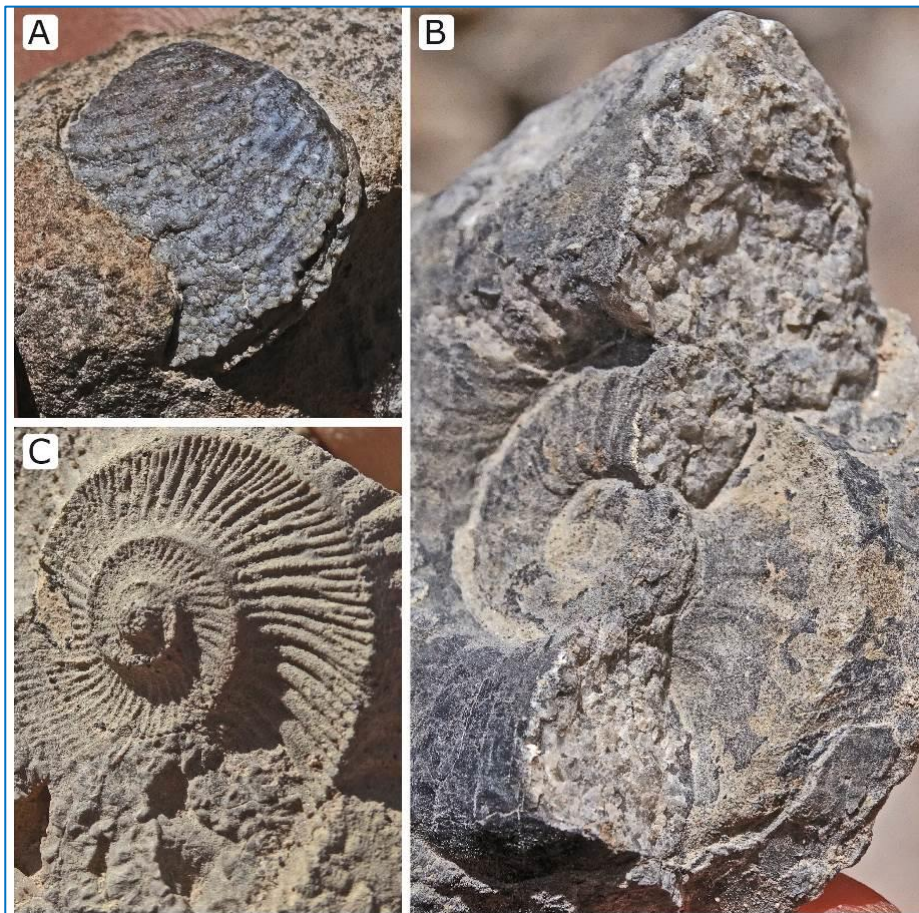
La información recabada en terreno permitió identificar la serie volcánica correspondiente a la Formación Augusta Victoria (Cretácico Inferior), confirmando su potencial nulo, y una sucesión

sedimentaria carbonatada y detrítica correspondiente al techo del Grupo Caracoles con potencial muy alto que se encuentra ubicada mayoritariamente en el sector oriental del DMC. Los depósitos sedimentarios que constituyen la cobertera detrítica terciaria y cuaternaria fueron asimismo caracterizados, determinando un potencial fosilífero muy bajo.

La prospección dio como resultado el hallazgo de abundantes restos de invertebrados marinos, así como restos de peces óseos, en los sedimentos del Grupo Caracoles. Entre los invertebrados se encontraron representantes de los fila Porífera, Annelida, Cnidaria, Brachiopoda y Mollusca, y dentro de este último restos de gastrópodos, bivalvos y cefalópodos. De entre todos ellos, los fósiles más abundantes son los amonites, de los cuales se reconocieron representantes de siete familias, cuyo rango bioestratigráfico se extiende desde el Bajociano hasta el Oxfordiano (Jurásico Medio-Superior).

La mayor parte de los materiales se encuentra preservado ya sea por recristalización y calcificación o como moldes externos y externos. Existen ejemplos también de silicificación. Estos procesos permitieron la preservación de rasgos morfológicos sutiles, como espinas, vueltas tempranas, líneas de sutura y algunos ejemplares completos.

Figura 3-112: Algunos tipos de fosilización registrados



A) Concha silicificada de *Eriphyla sp.* (registrada en punto P112). B) Concha recristalizada y calcificación del fragmacono de *Euaspidoceras sp.* (registrada en punto P108). C) Restos del fragmacono calcificado en proceso de disolución y generación de molde externo (*Rehmannia sp.*) (registrados en punto P115).

Fuente: Registro fotográfico en terreno.

3.10.3.4 Conclusiones

La información de terreno permitió identificar y caracterizar la serie volcánica correspondiente a la Formación Augusta Victoria (Cretácico Inferior), confirmando su potencial nulo, y los depósitos sedimentarios que constituyen la cobertera detrítica terciaria y cuaternaria, determinando un potencial fosilífero muy bajo para ellos.

Información proporcionada por el Titular, elaborada en base a las campañas de sondajes en las futuras zonas de explotación, señala que en el rajo Esperanza Sur se detectaron sedimentos susceptibles de albergar fósiles, mientras que en el área correspondiente al rajo de Encuentro no se detectaron fósiles.

Por otra parte, se georeferenciaron 157 puntos fosilíferos con materiales paleontológicos provenientes de las sedimentitas jurásicas del Grupo Caracoles, distribuidos en el sector oriental del Proyecto, en el área de influencia de las obras: canal de contorno y caminos. En ellos se reconocieron invertebrados marinos tales como braquiópodos, gastrópodos, bivalvos, corales, nautiloideos, belemnoides y abundantes amonites, así como también vertebrados (peces óseos).

A partir de la interpretación de imágenes satelitales, se definió un subconjunto de 50 áreas fosilíferas que cubren una superficie total de 112 ha.

En cuanto a la intervención antrópica en el Distrito, se identificaron indicios de actuación sobre el patrimonio paleontológico en numerosos puntos asociados a la proyección de las obras del canal de contorno y caminos proyectados, en concreto, en localidades fosilíferas con amonites de gran tamaño y buena preservación.

La importancia de los hallazgos reside en que se ha ampliado el registro paleontológico del Grupo Caracoles en lo que a corales, braquiópodos, bivalvos, belemnites y nautiloideos se refiere, y en que se ha realizado el primer hallazgo de restos de peces óseos en estos materiales. Como dato importante puede señalarse además que se ha realizado el primer registro de gastrópodos en la Formación Honda, que constituye la formación más reciente de entre las que constituyen en Grupo Caracoles.

3.11. Paisaje

3.11.1 Introducción

En el presente acápite se entrega la caracterización del componente Paisaje, para el área de influencia definida en el Capítulo 2, de acuerdo a lo establecido en la Ley N° 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente y el Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental modificado a través del D.S. N° 40/2012.

3.11.2 Metodología

La metodología de evaluación del valor paisajístico está basada en la guía publicada por el Servicio de Evaluación Ambiental en octubre de 2013 llamada “Valor paisajístico en el SEIA”, cuyas etapas se muestran en la figura a continuación.

Figura 3-113: Etapas metodológicas

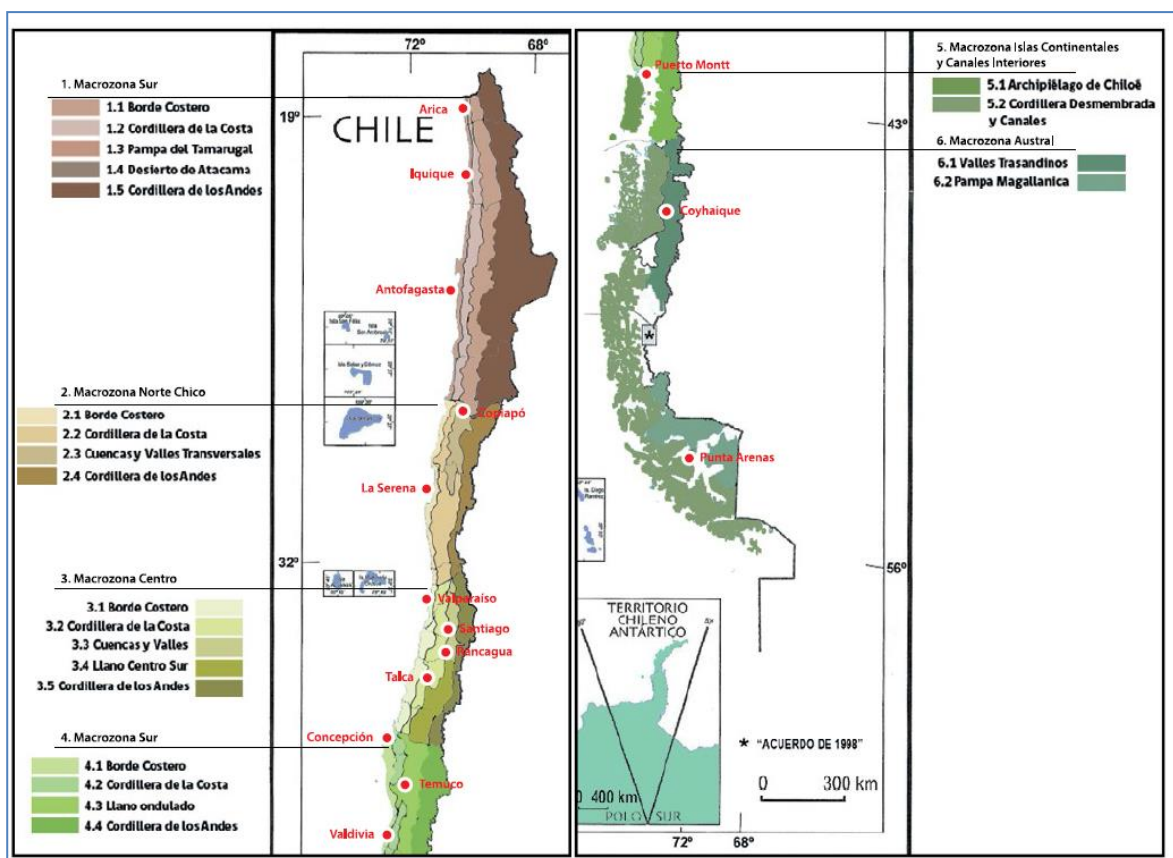


Fuente: Elaboración propia.

Esta metodología presenta tres etapas, la primera etapa corresponde a una **Caracterización Básica del Paisaje**, realizada a través del análisis bibliográfico de estudios de paisaje de la Macrozona y Subzona (Figura 3-114) en que se ubica el Proyecto, singularizando los atributos biofísicos del paisaje con la finalidad de establecer el Carácter del Paisaje, que se refiere a aquella identidad reconocible en un determinado paisaje, que surge de las percepción de un patrón asociado a la combinación de sus atributos biofísicos, estéticos y estructurales, los cuales le hacen único y lo diferencian de otros paisajes. El carácter del paisaje permite sistematizar aquellos componentes claves para la valoración de los atributos del Paisaje.

Ante la inexistencia de referencias bibliográficas sobre el valor paisajístico de la Macrozona Norte y sus subzonas se realiza una descripción de las características estéticas y estructurales del paisaje por medio de la información recogida en la campaña de terreno.

Figura 3-114: Macrozonas y Subzonas de Paisaje en Chile



Fuente: SEA, 2013.

La segunda etapa comprende la **Delimitación del Área de Influencia Específica del Proyecto**, para esto se debe:

- **Determinación de los puntos de observación**, que corresponden a los sectores con mayor acceso visual para un observador habitual donde es posible una vista panorámica del paisaje considerando ejes viarios (de media intensidad diaria de circulación), miradores panorámicos y áreas urbanas. Para la identificación de los observadores se realiza una búsqueda en función de la Zona de Influencia Visual (ZIV) que cubre un área calculada en base a un buffer de 3.500 m alrededor del área de emplazamiento del Proyecto.

- **Delimitación de las Cuencas Visuales** utilizando las herramientas de los Sistemas de información Geográfica (SIG) para el cálculo de la visibilidad o Viewshed, tomando en cuenta el terreno, la altura de la vegetación y edificaciones así como la altura del observador. Para esto se utilizara como parámetro la distancia máxima de alcance visual de 3.500 metros, según lo establecido por la Guía de Paisaje, ya que a partir de esa distancia el observador deja de percibir con nitidez un objeto determinado.
- **Análisis de Intervisibilidad.** El área de influencia del Proyecto queda definida en relación a la suma y superposición de las cuencas visuales de los observadores del paisaje. En relación a esto las áreas que no presentan observadores (puntuales o temporales) no formarán parte del área de influencia de este componente.
- **Identificación de las Unidades de Paisaje** mediante la identificación y delimitación cartográfica del área de influencia, reconociendo porciones del territorio que tienen una apariencia homogénea resultante de la combinación de sus atributos visuales.

Finalmente, la última etapa consiste en la Determinación de la Calidad Visual del Paisaje, para lo cual es necesario:

- **Evaluación de la Calidad Visual del Paisaje**, realizada sobre la ponderación de los atributos visuales que constituyen su carácter, para lo cual se utilizan las tablas a continuación.

Tabla 3–114: Calidad Visual del Paisaje Según Atributos Biofísicos, Estructurales y Estéticos, zona Norte grande

Atributo	Destacada	Alta	Media	Baja
Biofísicos				
Relieve	Montaña, Volcán o afloramiento rocoso, pendiente sobre 30%	Colina o cerro isla pendiente sobre 30%	Colina o cerro isla pendientes entre 15% y 30%	Valle, pendiente bajo 15%
Suelo	Rugosidad alta	Rugosidad baja	Rugosidad media	
Agua	Presencia de agua, abundancia alta o media, ribera con mucha vegetación y calidad limpia o transparente	Presencia de agua abundancia media o baja, ribera con vegetación y calidad limpia o transparente.	Presencia de agua, abundancia baja, ribera sin vegetación y calidad limpia o transparente	Sin agua
Vegetación	Cobertura sobre el 30%, permanente, estrato arbóreo o arbustivo y diversidad alta	Cobertura sobre el 30%, permanente, estrato arbustivo o herbáceo y diversidad media o alta	Cobertura menos al 30%, ocasional o estacional, estrato herbáceo y diversidad media	Cobertura menor al 10%, ocasional y diversidad baja
Fauna	Presencia alta y diversidad alta	Presencia media y diversidad media	Presencia media y diversidad baja	presencia nula (sin fauna visible)
Estructurales				
Diversidad paisajística	Heterogeneidad alta y singularidad alta	Heterogeneidad alta y singularidad media	Heterogeneidad media y singularidad media; Heterogeneidad baja y singularidad media	Heterogeneidad baja y singularidad nula

Atributo	Destacada	Alta	Media	Baja
			Heterogeneidad baja y singularidad media	
Naturalidad	Cualidad antrópica nula	Cualidad antrópica baja	Cualidad antrópica media	Cualidad antrópica alta
Estéticos				
Forma	Diversidad alta	Diversidad media		Diversidad Alta
Color	Diversidad alta y contraste alto	Diversidad alta y contraste medio	Diversidad media y contraste medio	Diversidad baja y contraste bajo
			Diversidad media y contraste bajo	
			Diversidad baja y contraste alto	
Textura	grano grueso y diversidad alta		Grano medio y diversidad alta	Grano fino y diversidad baja
			Grano fino y diversidad media	

Fuente: SEA, 2013.

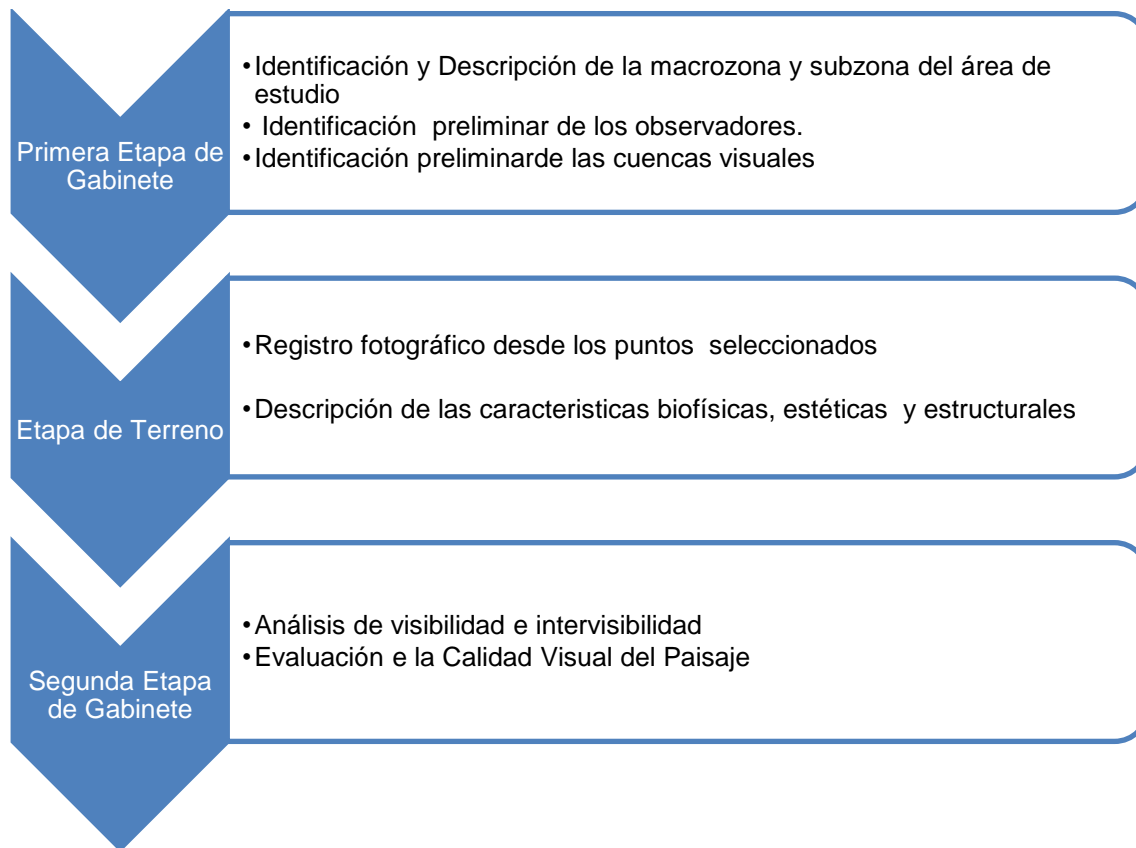
- **Categorías de Calidad Visual**, una vez determinada la calidad visual de las unidades de paisaje se determinará una categoría de calidad visual según sus ponderaciones. Estas categorías son:

Tabla 3-115: Categorías de Calidad Visual

Calidad	Puntaje
Calidad Destacada	Se consideran paisajes de calidad destacada aquellos donde uno o más de sus atributos visuales se valoraron como destacados, transformándose en el o los elementos que permiten reconocer en el paisaje una condición destacada.
Calidad Alta	Se consideran paisajes de calidad alta aquellos paisajes donde la mayoría de sus atributos se reconocen como calidad alta, con rasgos sobresalientes. Si más del 50% de los atributos se valoran en categoría alta, entonces el paisaje tiene esta condición. Igualmente, si se valoran los atributos en igual cantidad en las categorías alta y media y ningún atributo en la categoría baja, entonces el paisaje presenta una calidad visual alta.
Calidad Media	Se considera paisajes de calidad media aquellos cuyos atributos se valoran como comunes o recurrentes, Si más del 50% de los atributos se valoran en la categoría media, entonces el paisaje tiene una calidad visual media. Igualmente, si se valoran los atributos en las categorías alta y media en igual cantidad y un atributo en la categoría baja, entonces el paisaje presenta una calidad visual media
Calidad Baja	Se considera paisajes de calidad baja aquellos que contienen muy poca variedad de atributos y además éstos se valoran en calidad baja. Si más del 50% de los atributos se valoran en la categoría visual baja, entonces el paisaje asume esta condición de calidad visual baja. Igualmente, si se valoran los atributos en igual cantidad en las categorías media y baja, y ningún atributo en la categoría alta, entonces el paisaje presenta una calidad visual baja.

Fuente: SEA, 2013.

Figura 3-115: Esquema de trabajo



Fuente: Elaboración propia.

En el presente informe, se describe el componente ambiental Paisaje como un análisis de los recursos visuales entorno al Proyecto.

Para llevar a cabo este informe se tomaron en consideración las características previamente descritas en este capítulo (clima, geomorfología, hidrología, flora y vegetación, fauna, etc.), ya que dicha información es usada para definir y describir las características basales del entorno y para identificar puntos de observación relevantes, necesarios en el posterior análisis del recurso visual.

Este informe fue llevado a cabo con la recopilación y estudio de información en gabinete, y cuatro campañas de terreno, en enero, agosto y noviembre del año 2011 y en noviembre del año 2014.

3.11.3 Resultados

3.11.3.1 Descripción Basal del Paisaje

A continuación se presenta una descripción basal de las principales características del paisaje en el área de estudio.

i. Subzona del Paisaje Cordillera de Los Andes

En esta subzona de paisaje se presenta un cordón montañoso al Oeste, correspondiente a la Cordillera de los Andes. Se caracteriza por poseer una cuenca visual amplia, con un paisaje desértico, donde destaca la falta de cuerpos de agua, vegetación, flora y fauna.

ii. Subzona del Paisaje Desierto de Atacama

El Desierto de Atacama- o pampa árida del desierto de Atacama- se extiende entre el Río Loa por el Norte y las sierras Remiendos, Vicuña Mackenna, del Muerto y Peñafiel por el Sur. Es una faja de 300 km de eje Norte-Sur, por 60 km de ancho medio.

El sistema de drenaje en el Desierto de Atacama se encuentra altamente reseco, y los pocos lechos secos que arrancan desde las faldas occidentales de la Precordillera de Domeyko hacia el Pacífico solo logran llegar hasta el Salar Muerto y de Navidad, en el sector de la Cordillera de la Costa, al interior de la comuna de Antofagasta. Un sistema independiente de drenaje lo constituyen las numerosas quebradas que descienden desde el borde occidental de la Cordillera de la Costa hasta el mar; entre ellas, las de Atala, de Tames, Chacaya y Mejillones, caen con fuerte pendiente sepultándose en sus propias acumulaciones a pocos metros de la desembocadura.

iii. Subzona del Paisaje Cordillera de la Costa

La Cordillera de la Costa nace unos 20 km al Sur de Arica, en donde el cerro Camaraca es un primer testimonio. Ensanchándose en bisel hacia el Sur, es posible verla bien conformada al Sur de la quebrada de Vitor. Tiene un ancho medio de unos 50 km y representa en relieve senil.

Desde su nacimiento y hasta el río Loa, la Cordillera de la Costa se presenta como cerros islas, empujándose solo algunas centenas de metros por encima del plan alto de la pampa. En todo este sector, la cordillera se encuentra disectada por diferentes ríos.

Esta subunidad está definida por la morfología de valle que crea la Quebrada de Tames, aun cuando el recurso hídrico no es perceptible en el área. Debido a la Cordillera de la Costa, se presentan cerros de mayor altura y más cercanos al camino, cerrando la vista del entorno.

iv. **Subzona del Paisaje Borde Costero**

En el borde costero es posible distinguir un farellón costero, que se levanta desde las profundidades del mar, empinándose hasta altitudes de 1000 m.s.n.m., finalizando en la zona de Taltal. En toda su extensión a lo largo del litoral, el farellón se presenta bien conservado y sólo parcialmente roto por gargantas profundas de quebradas secas que logran llegar al mar. El farellón además actúa como biombo climático, al impedir el paso de la nubosidad al interior. Una segunda característica del farellón costero es que en el sector situado al Sur de Iquique se desplaza ligeramente hacia el interior, transformándose en un acantilado inactivo, alejándose de la influencia directa del mar.

3.11.3.2 Determinación de los Puntos de Observación

Para la identificación de los observadores se realiza una búsqueda en función de la Zona de influencia Visual del Proyecto, fijada en un rango de 3.500 metros de distancia entorno al área de emplazamiento del Proyecto, como lo indica la Guía de Paisaje.

Se debe destacar que el área de instalación del Proyecto se encuentra principalmente en zonas rurales de la Región de Antofagasta, donde casi no existen grandes asentamientos humanos u otro tipo de concentración de observadores que pudiesen tener acceso visual a buena parte del Proyecto.

Se identifican ejes viales con importante flujo de autos y camiones, cuyo uso es tanto de transporte industrial y minero como turístico, al conectar importantes nodos de la Región. Estos ejes viales corresponden a las Rutas 5, 25 y 1, que interceptan el Proyecto en distintos tramos del Sector Ductos. La Ruta 1, además, es aledaña al Sector Muelle.

La única localidad emplazada dentro de la Zona de Influencia Visual del Proyecto es la localidad de Michilla, que se encuentra a menos de 2 km del Proyecto en el Sector Muelle.

La localidad de Sierra Gorda se ubica a más de 8 km del Proyecto (siendo la obra más cercana el ducto), lo que quiere decir que esta localidad está por fuera de la Zona de Influencia Visual del Proyecto. Sin embargo, debido a que es el asentamiento poblado más cercano al Sector Mina-Planta, se tomó la decisión de incluirlo en el análisis.

Tabla 3–116: Ubicación Puntos de Observación

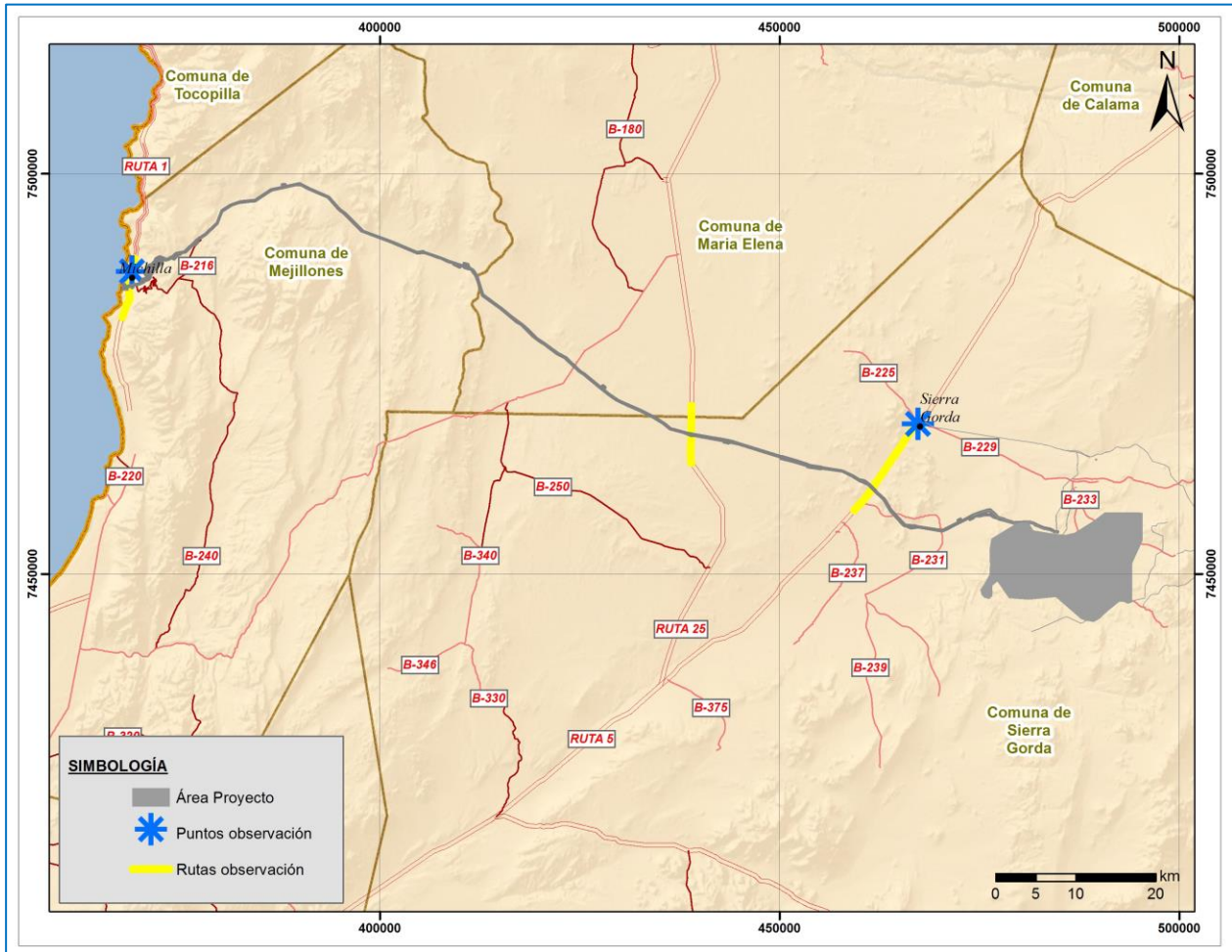
Nombre	Coordenadas UTM Datum WGS84		Tipo	Comuna
	Este	Norte		
Ruta 5	438.965 438.999	7.463.871 7.471.036	Eje Viario	Sierra Gorda-Maria Elena
Ruta 25	459.380 467.001	7.457.958 7.468.399	Eje Viario	Sierra Gorda

Nombre	Coordenadas UTM Datum WGS84		Tipo	Comuna
	Este	Norte		
Ruta 1	367.743 369.333	7.482.082 7.489.470	Eje Viario	Mejillones
Sierra Gorda	467.350	7.468.788	Localidad	Sierra Gorda
Michilla	369.152	7.487.787	Localidad	Mejillones

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a las rutas seleccionadas para la realización del análisis, se considera aquella porción que se encuentre dentro de la Zona de Influencia Visual del Proyecto, que en caso de las rutas interceptadas por las obras (ductos por ejemplo), implica 3.500 metros hacia cada lado. La única ruta considerada que cubre un área más allá de la Zona de Influencia Visual es la Ruta 25, para la cual se considero el tramo hasta la localiaada de Sierra Gorda, para dar continuidad espacial al análisis realizado en esa zona.

Figura 3-116: Observadores del Paisaje



Fuente: Elaboración propia.

3.11.3.3 Delimitación de las Cuencas Visuales y análisis de Intervisibilidad

Para realizar un análisis de la visibilidad que hay desde un punto o ruta de observación es necesario determinar la cuenca visual, la cual da una idea de las zonas que son visibles desde dicho punto y/o ruta.

i. Ruta 5

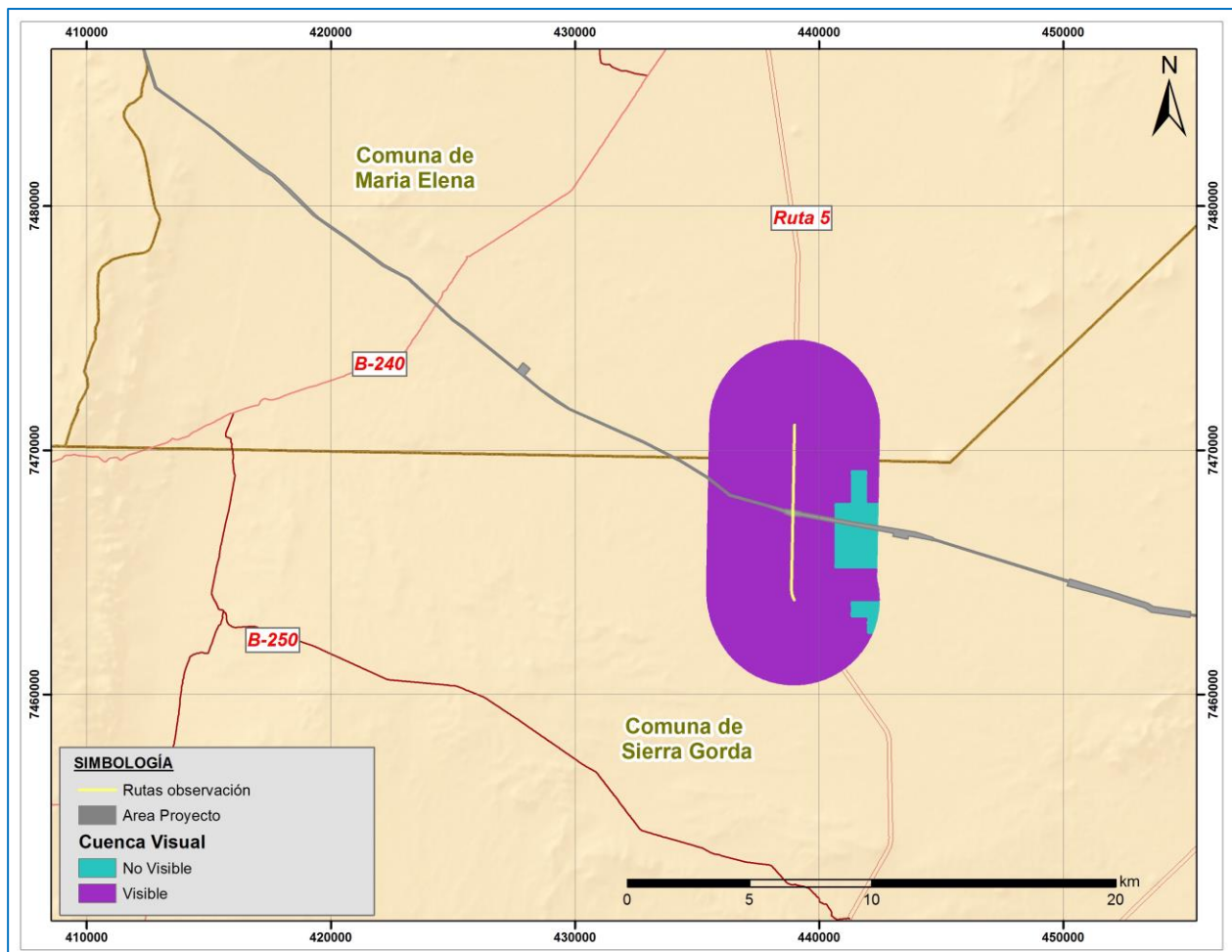
La Ruta 5 presenta una cuenca visual alargada, con una nula limitación visual al ubicarse principalmente en el sector correspondiente al plano de la Pampa Desértica en la depresión intermedia, así como también presenta visibilidad hacia el área del piedmont de la precordillera.

Las intervenciones antrópicas visibles desde esta cuenca visual corresponden principalmente a la Ruta 5 y un tendido eléctrico paralelo a la ruta.

Características de la cuenca visual:

- Forma: producto de la disposición de este observador la cuenca visual presenta una forma alargada.
- Tipo de vista: la forma alargada de esta cuenca visual permite tener vistas panorámicas del paisaje.
- Tamaño: ya que se trata de una ruta y a los kilómetros que se consideran como observador la cuenca visual es de un gran tamaño.
- Compacidad: dentro de esta cuenca visual no existen muchas zonas de sombra o zonas ocultas.

Figura 3-117: Cuenca Visual Ruta 5



Fuente: Elaboración propia.

ii. Ruta 25

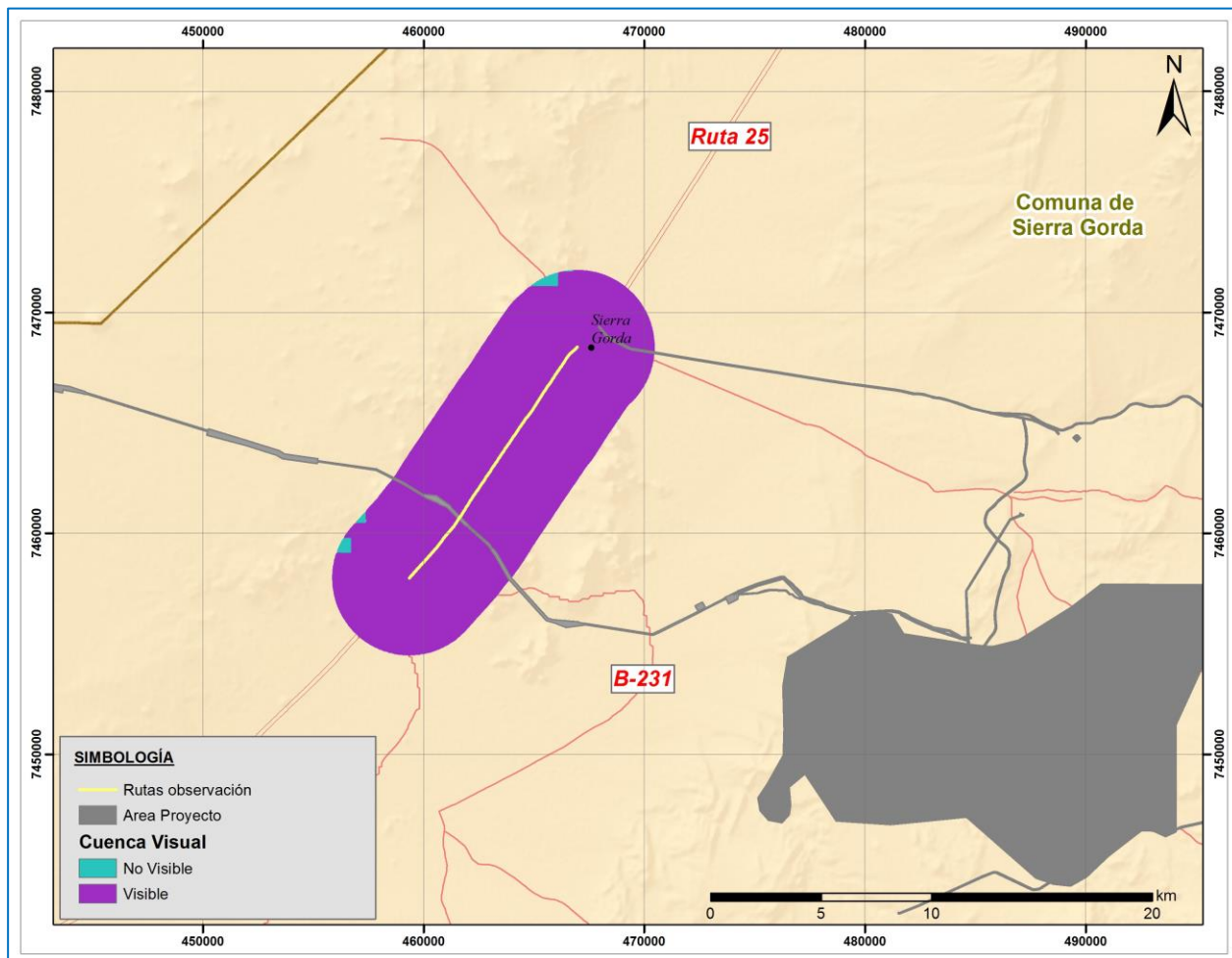
La Ruta 25 presenta una cuenca visual alargada, con una nula limitación visual al ubicarse en un sector completamente llano, perteneciente al Desierto de Atacama, así como también presenta visibilidad hacia el área del piedmont de la precordillera.

Las intervenciones antrópicas visibles desde esta cuenca visual corresponden principalmente a la Ruta 25, a un trazado de línea ferroviaria y a un tendido eléctrico paralelo a la ruta.

Características de la cuenca visual:

- Forma: producto de la disposición de este observador la cuenca visual presenta una forma alargada.
- Tipo de vista: la forma alargada de esta cuenca visual permite tener vistas panorámicas del paisaje.
- Tamaño: ya que se trata de una ruta y a los kilómetros que se consideran como observador la cuenca visual es de un gran tamaño.
- Compacidad: dentro de esta cuenca visual no existen muchas zonas de sombra o zonas ocultas.

Figura 3-118: Cuenca Visual Ruta 25



Fuente: Elaboración propia.

iii. Ruta 1

La Ruta 1 presenta una cuenca visual alargada, con una escasa limitación visual al ubicarse en un sector más bien llano, perteneciente al borde costero, presentando una visibilidad del cordón de la Cordillera de la Costa al Oeste.

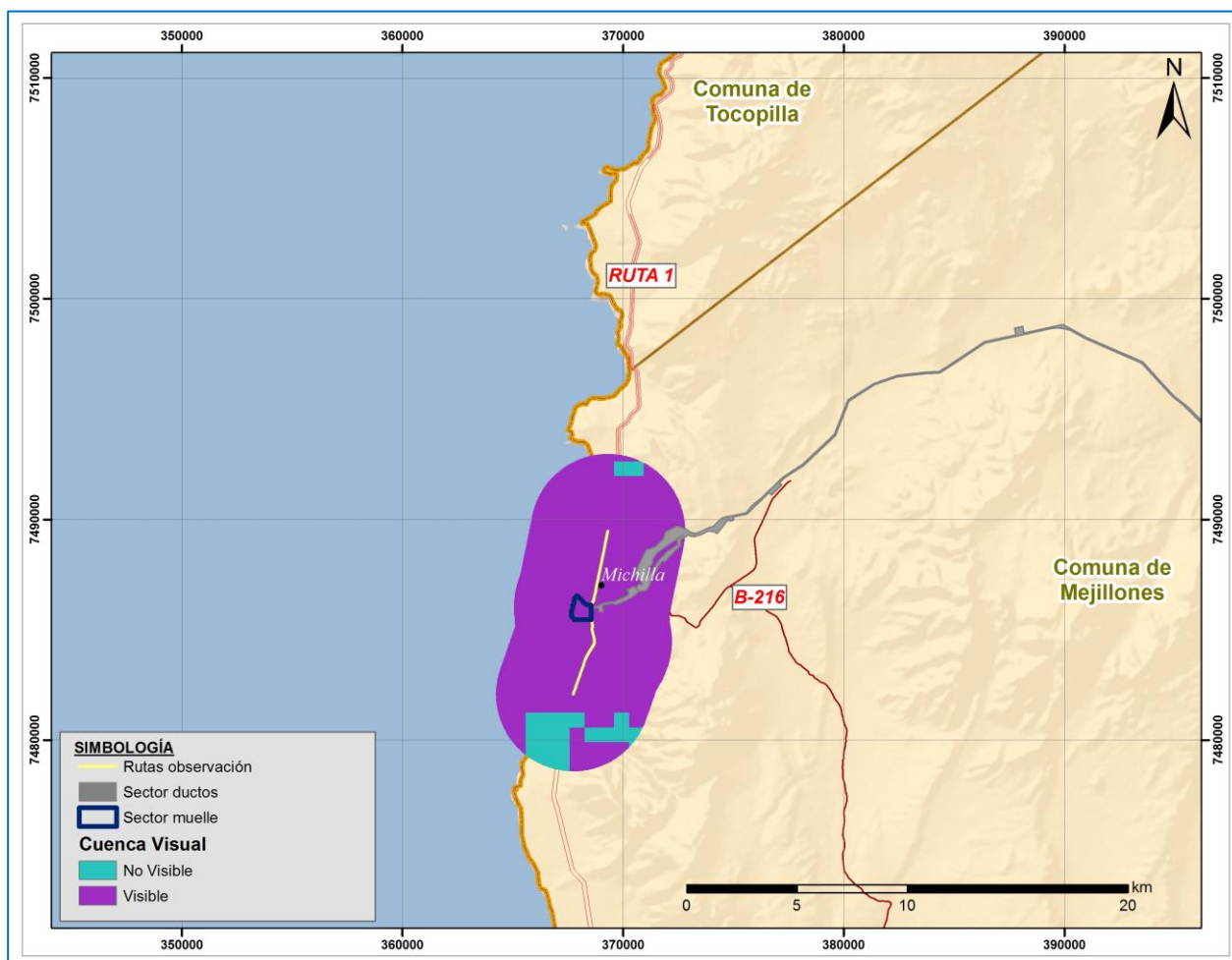
Las intervenciones antrópicas visibles desde esta cuenca visual corresponden principalmente a la Ruta 1 y a un tendido eléctrico paralelo a la ruta.

Características de la cuenca visual:

- Forma: producto de la disposición de este observador la cuenca visual presenta una forma alargada.

- Tipo de vista: la forma alargada de esta cuenca visual permite tener vistas panorámicas del paisaje.
- Tamaño: ya que se trata de una ruta y a los kilómetros que se consideran como observador la cuenca visual es de un gran tamaño.
- Compacidad: dentro de esta cuenca visual no existen muchas zonas de sombra o zonas ocultas.

Figura 3-119: Cuenca Visual Ruta 1



Fuente: Elaboración propia.

iv. Sierra Gorda

En la localidad de Sierra Gorda, se presenta una cuenca visual redondeada, amplia en toda su orientación, con una escasa limitación visual. Esta cuenca visual se ubica en pleno Desierto de

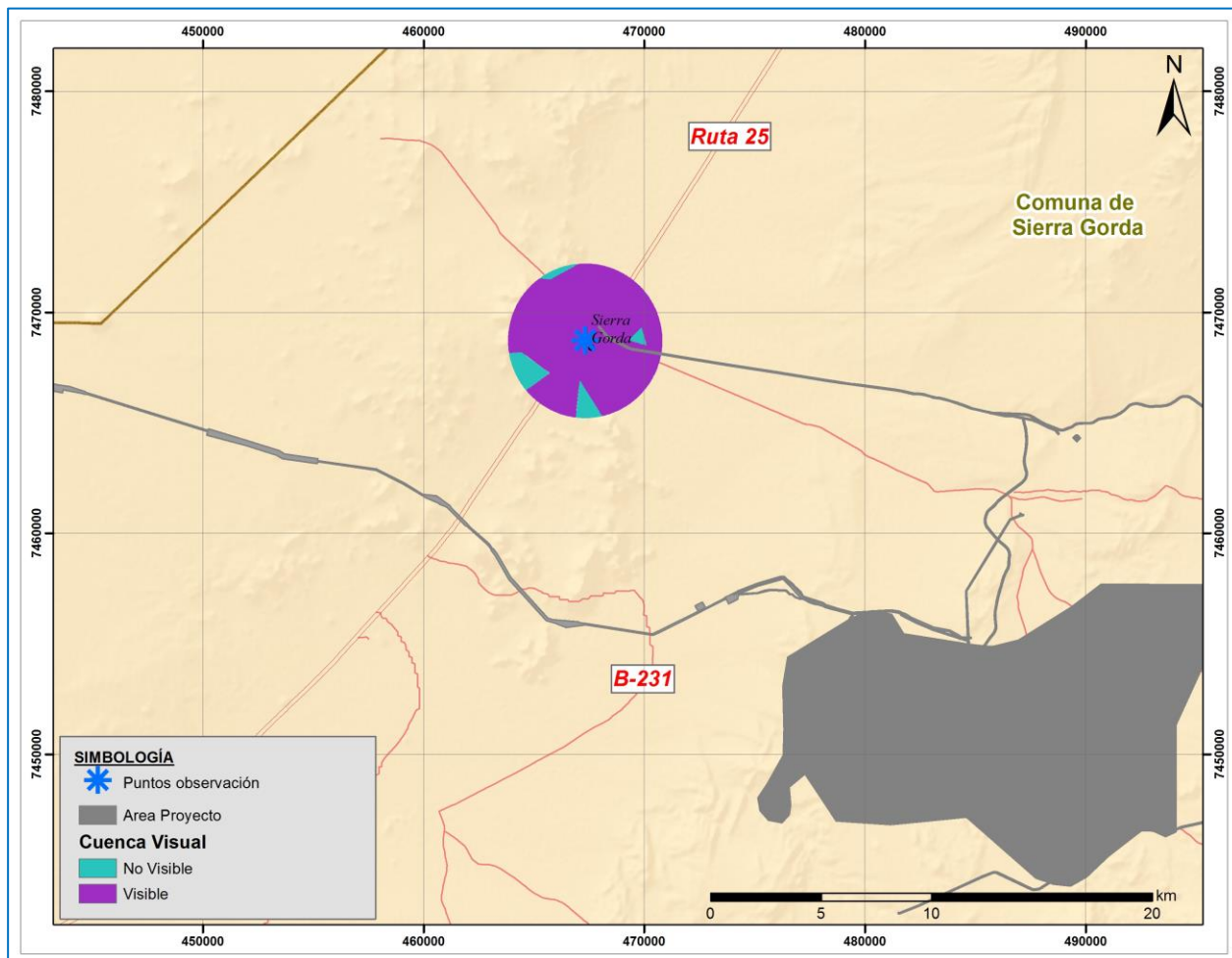
Atacama, y desde aquí se visualiza a lo lejos el cordón montañoso de la precordillera al Este y el cordón montañoso de la Cordillera de la Costa al Oeste.

Las intervenciones antrópicas visibles dentro de la cuenca visual corresponden a las edificaciones propias de una pequeña ciudad, con calles pavimentadas, aceras, tendidos eléctricos y postes de alumbrado.

Características de la cuenca visual:

- Forma: producto de la disposición de este observador la cuenca visual presenta una forma redondeada.
- Tipo de vista: la forma redondeada de esta cuenca visual permite tener vistas panorámicas del paisaje.
- Tamaño: ya que se trata de un punto la cuenca visual adquiere un tamaño pequeño.
- Compacidad: dentro de esta cuenca visual no existen muchas zonas de sombra o zonas ocultas.

Figura 3-120: Cuenca Visual Sierra Gorda



Fuente: Elaboración propia.

v. Michilla

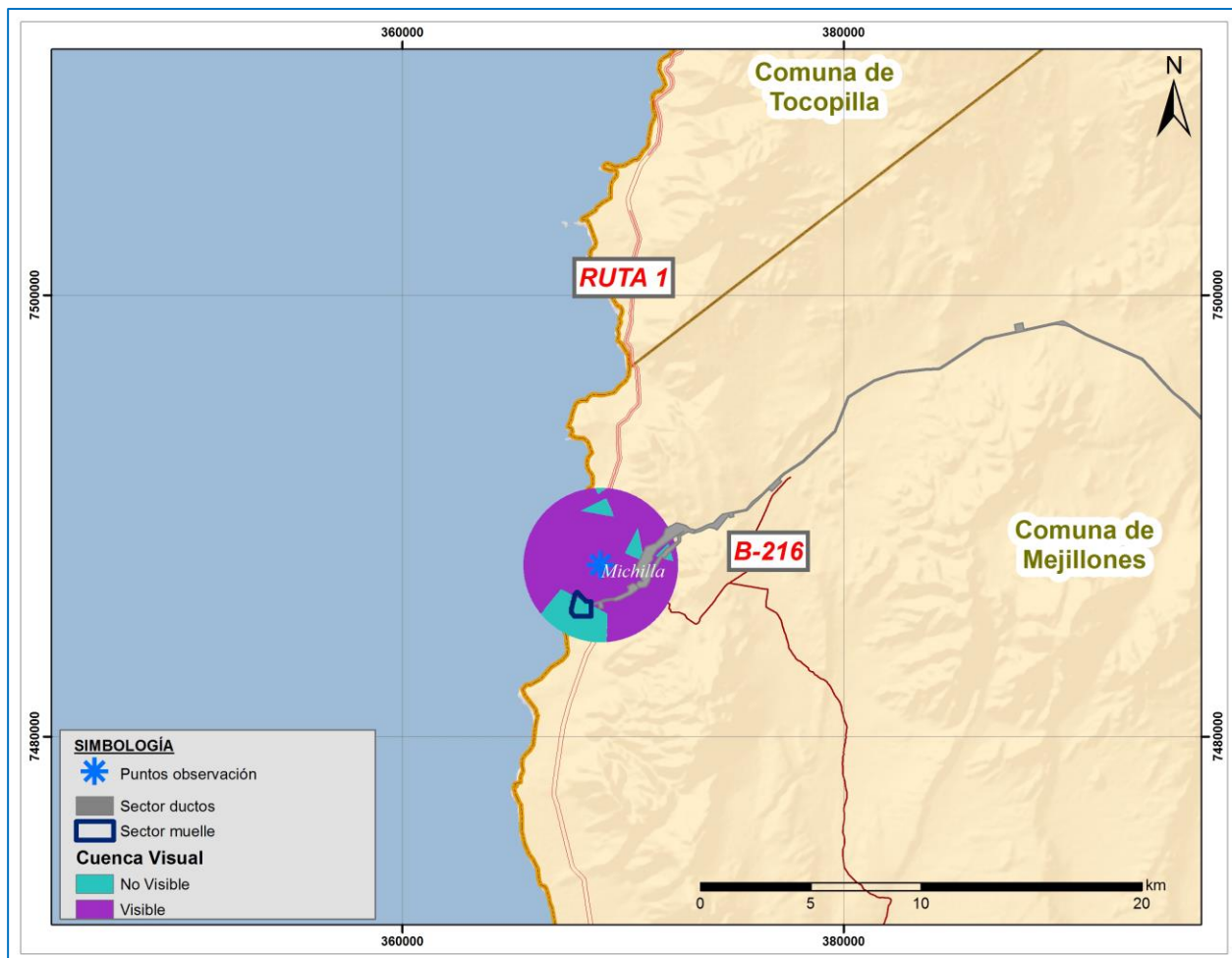
En la localidad de Michilla, se presenta una cuenca visual redondeada, amplia en toda su orientación, con una escasa limitación visual. Esta cuenca visual se ubica en el borde costero, y desde aquí se visualiza el océano al Oeste, mientras que al Este se visualiza el cordón de la Cordillera de la Costa.

Las intervenciones antrópicas visibles en esta cuenca visual corresponden a edificaciones y tendidos eléctricos a ambos costados de la Ruta 1, con sus respectivos postes de alumbrado.

Características de la cuenca visual:

- Forma: producto de la disposición de este observador la cuenca visual presenta una forma redondeada.
- Tipo de vista: la forma redondeada de esta cuenca visual permite tener vistas panorámicas del paisaje.
- Tamaño: ya que se trata de un punto la cuenca visual adquiere un tamaño pequeño.
- Compacidad: dentro de esta cuenca visual no existen muchas zonas de sombra o zonas ocultas.

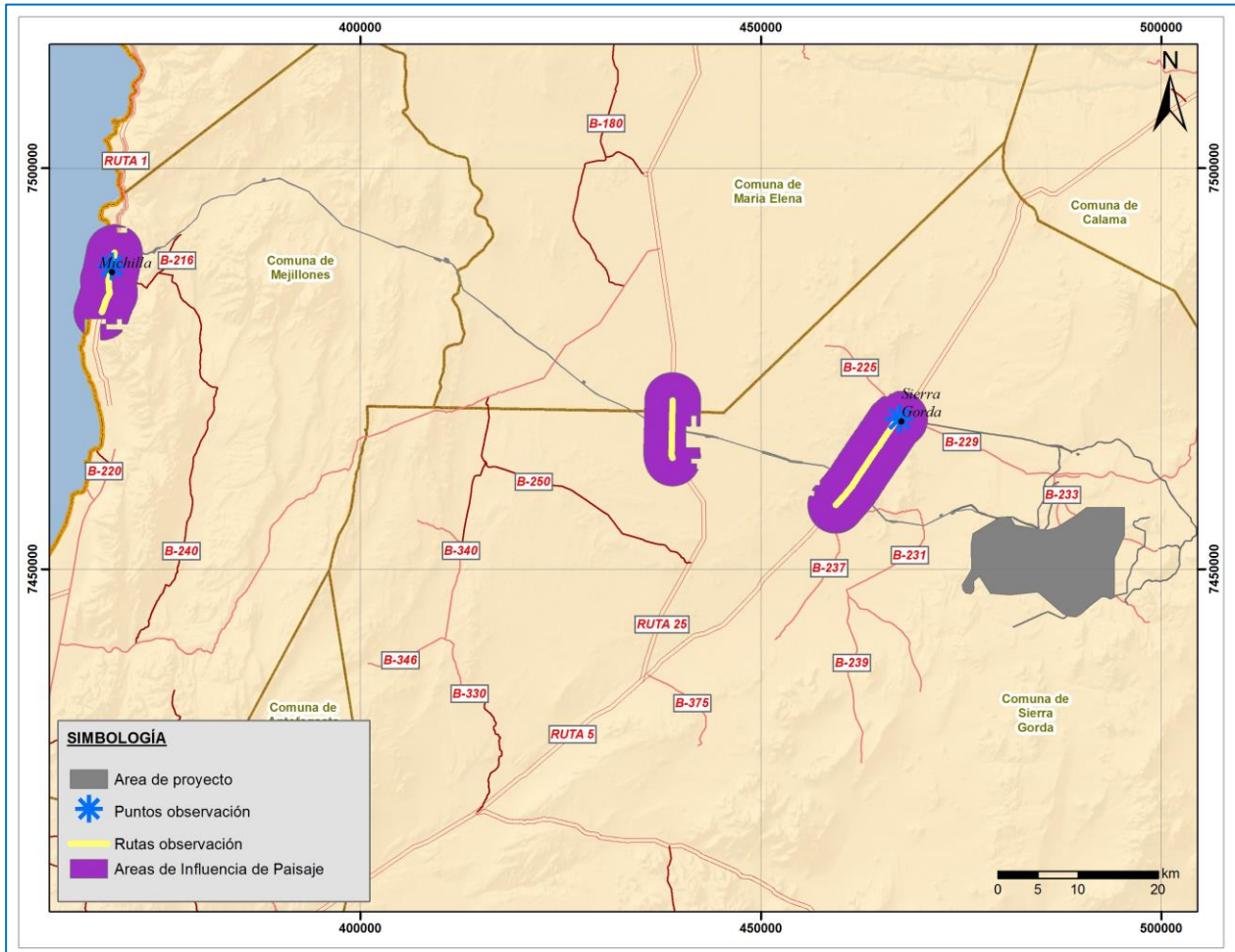
Figura 3-121: Cuenca Visual Michilla



Fuente: Elaboración propia.

Una vez definidas las cuencas visuales por observador, estos datos se reúnen para armar una sola área de visibilidad del Proyecto (Figura 3-122).

Figura 3-122: Intervisibilidad de los observadores

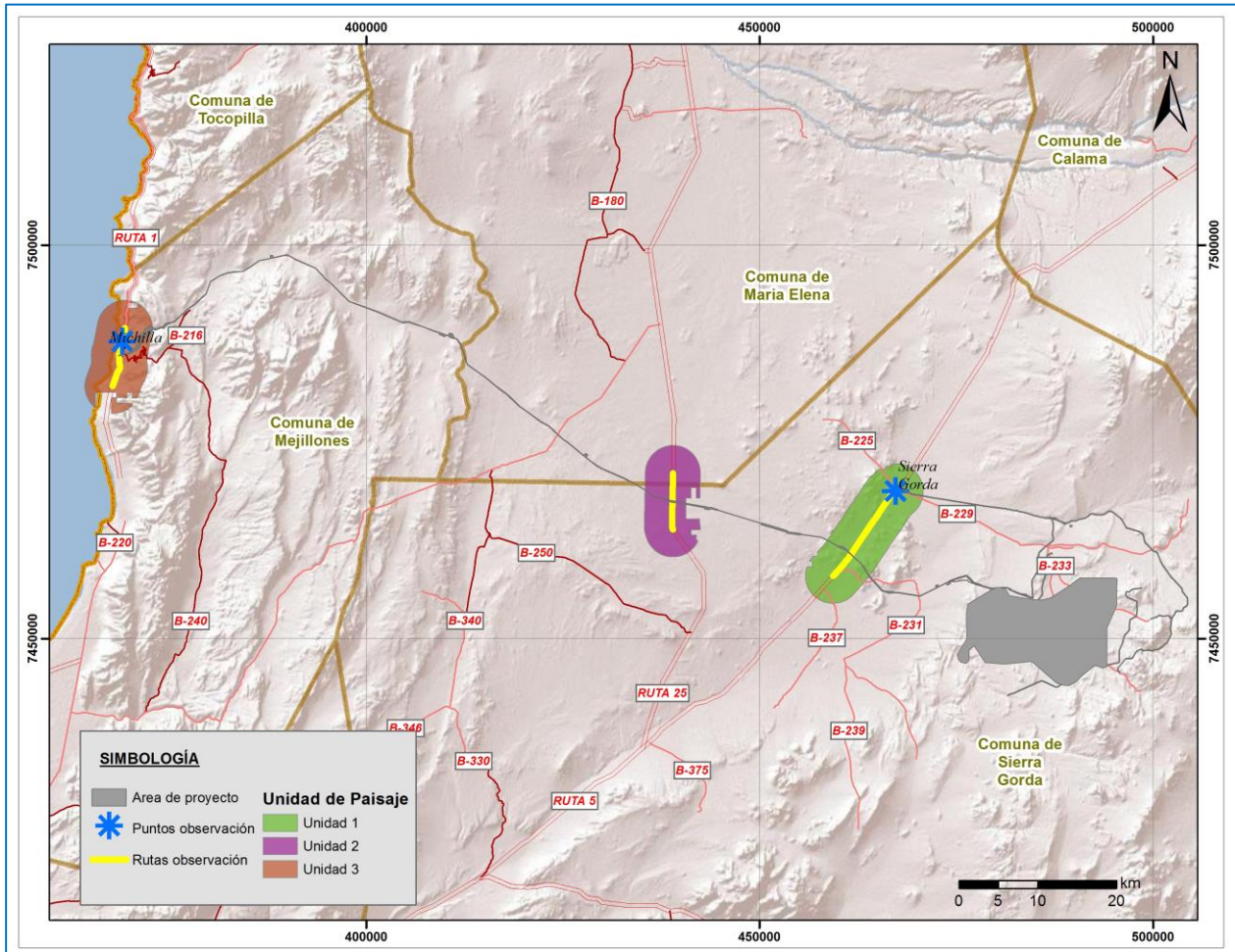


Fuente: Elaboración propia.

3.11.3.4 Identificación de las Unidades de Paisaje

Dentro del área visible, determinada a través de las cuencas visuales de los observadores, que en su conjunto determinan el área de Intervisibilidad del paisaje, se establecen los distintos tipos de paisajes visibles. Estos son delimitados a través de unidades de paisaje, que presentan características biofísicas que los diferencian unos de otros. Para la delimitación de las cuencas visuales se utiliza como referencia la ubicación geográfica y el relieve, las características de la vegetación y el grado de intervención humana como principales parámetros, dando como resultado las unidades que se detallan a continuación (Figura 3-123).

Figura 3-123: Unidades de Paisaje



Fuente: Elaboración propia.

i. **Unidad de Paisaje 1**

Esta unidad está definida por la presencia de la localidad de Sierra Gorda, el cordón montañoso que rodea dicha localidad por el Oeste, y parte de la Ruta 25 que conecta Sierra Gorda con el resto de la Región. También atraviesa esta unidad la línea ferroviaria que viene del Sur del país y conecta las antiguas salitreras del sector. Al Norte de la unidad se encuentran las ruinas de la salitrera Pampa Lina. En esta unidad hay presencia de vegetación en torno a la localidad de Sierra Gorda debido a la acción humana, sobresaliendo junto con las construcciones presentes por la aridez del desierto.

Las características biofísicas de esta unidad son:

- **Relieve:** se caracteriza por un cordón montañoso que se desprende de la Cordillera de la Costa hacia la depresión intermedia, con registros de erosión tanto fluvial como eólica, que queda en evidencia debido a las formas redondeadas y a la presencia de algunos cerros islas que se alinean con la formación principal. También se identifica la planicie típica de la depresión intermedia.
- **Agua:** no se identifican cuerpos visibles de agua en la zona.
- **Vegetación:** se identifica vegetación en la zona, concentrada en la localidad de Sierra Gorda y correspondiente a plantas de valor ornamental y de especies arbóreas como el pimiento.
- **Fauna:** los avistamientos de fauna son poco comunes y principalmente de aves pequeñas.

En relación a las características estructurales se puede establecer lo siguiente:

- **Diversidad paisajística:** La estructura del paisaje es medianamente heterogénea debido a las formas que se generan en el cordón montañoso y la depresión intermedia, que persisten en el paisaje.
- **Naturalidad:** sobre el paisaje se identifican algunas intervenciones antrópicas derivadas de la actividad humana, específicamente de la actividad salitrera y la existencia actual de la localidad de Sierra Gorda, no obstante lo anterior, también existen zonas donde la naturalidad es dominante.

Los atributos estéticos del paisaje pueden ser caracterizados de la siguiente manera:

- **Forma:** al ser una zona montañosa de poca altura inserta en el plano, las principales formas corresponden a las líneas onduladas de las laderas de los cerros, así como las líneas irregulares que se derivan de la presencia de algunas cárcavas.
- **Color:** el área presenta colores predominantemente en la gama del amarillo, café y naranja producto de las características del suelo y la presencia de algunas rocas.
- **Texturas:** se aprecia la presencia de texturas mixtas menos rugosas en la mayoría de la unidad y texturas más rugosas en las zonas con afloramientos rocosos.

Figura 3-124: Imágenes de la Unidad 1



Fuente: Registro fotográfico en terreno.

ii. Unidad de Paisaje 2

Esta unidad se desarrolla en medio del desierto, donde predominan las formas planas y la principal intervención corresponde a la Ruta 5.

Las características biofísicas de esta unidad son:

- Relieve: corresponde a un área plana con presencia de formas dunarias estabilizadas de baja altura.
- Agua: no se identifican cuerpos de agua visibles en la zona.
- Vegetación: no se identifica vegetación visible en la zona.
- Fauna: los avistamientos de fauna son prácticamente nulos.

En relación a las características estructurales se puede establecer lo siguiente:

- Diversidad paisajística: La estructura del paisaje es homogénea debido a la dominancia de los elementos desérticos y a la falta de variedad en las formas.
- Naturalidad: sobre el paisaje no existen grandes intervenciones más que algunas huellas, rutas nacionales y tendidos eléctricos, lo que genera que la naturalidad del paisaje sea dominante.

Los atributos estéticos del paisaje pueden ser caracterizados de la siguiente manera:

- Forma: al ser una zona plana no se aprecian grandes formas, las principales figuras corresponden a las líneas que están dadas por los ondulamientos del terreno en sí, así como las líneas más estables aportadas por una línea eléctrica.
- Color: el área presenta colores predominantemente en la gama del amarillo, café y naranja producto de las características del suelo.
- Texturas: existe texturas mixtas debido a la presencia de arenas y clastos de diversos tamaños que datan de diversos grados de rugosidad al suelo.

Figura 3-125: Imágenes de la Unidad 2



Fuente: Registro fotográfico en terreno.

iii. Unidad de Paisaje 3

Se encuentra instalado aquí el muelle de Minera Centinela, el muelle de Minera Carolina de Michilla y la localidad de Michilla.

Las características biofísicas de esta unidad son:

- Relieve: el relieve de esta unidad corresponde al borde costero, claramente definido como farellón costero, que parte de la Cordillera de la Costa en altitudes de 600 m.s.n.m. promedio.
- Agua: El principal cuerpo de agua en esta zona corresponde al Océano Pacífico, cuya costa presenta formaciones rocosas y playas.
- Vegetación: no se identifica vegetación sobresaliente en la zona, salvo aquella presente en la localidad de Michilla y los muelles.
- Fauna: los avistamientos de fauna corresponde principalmente a aves costeras.

En relación a las características estructurales se puede establecer lo siguiente:

- Diversidad paisajística: La estructura del paisaje es medianamente heterogénea debido a las formas que se generan tanto en la costa como en el farellon costero.
- Naturalidad: existen intervenciones antrópicas, no obstante predomina la naturalidad del paisaje.

Los atributos estéticos del paisaje pueden ser caracterizados de la siguiente manera:

- Forma: al ser una zona costera predominan las formas irregulares y onduladas que se desprenden de las formas del relieve.
- Color: el área presenta colores predominantemente en la gama del amarillo, café y naranja producto de las características del suelo y la presencia de algunas rocas.
- Texturas: se aprecia la presencia de texturas mixtas menos rugosas en la mayor parte de la unidad y texturas más rugosas en las zonas con afloramientos rocosos.

Figura 3-126: Imágenes de la Unidad 3



Fuente: Registro fotográfico en terreno

3.11.3.5 Calidad Visual

Del análisis de las características biofísicas, estructurales y estéticas se establece que las unidades de paisaje presentes en el área de estudio son calificadas en su mayoría como Calidad Media (Tabla 3–117), especialmente porque los atributos estéticos presenta una baja heterogeneidad y singularidad, así como se puede establecer que los atributos biofísicos como la vegetación, fauna y agua al encontrarse ausentes o ser escasos, bajan la calidad del paisaje.

Tabla 3–117: Calidad Visual de las unidades de paisaje

Atributo	Unidad 1	Unidad 2	Unidad 3
Atributos Biofísicos			
Relieve	Media	Media	Media
Suelo	Media	Media	Media
Agua	Baja	Baja	Media
Vegetación	Baja	Baja	Baja
Fauna	Baja	Baja	Baja
Atributos Estructurales			
Diversidad paisajística	Media	Baja	Media
Naturalidad	Media	Alta	Media
Atributos Estéticos			
Forma	Baja	Baja	Baja
Color	Media	Media	Media
Textura	Media	Media	Media
Calidad Dominante	Media	Media	Media

Fuente: Elaboración propia.

3.11.4 Conclusiones

El paisaje analizado y caracterizado corresponde a la zona de intervisibilidad que deriva de las cuencas visuales de los observadores presentes en el entorno del Proyecto, correspondiente a las localidades de Sierra Gorda y Michilla, y la Ruta 1, Ruta 5 y Ruta 25. Los observadores se encuentran separados por varios kilómetros, creándose tres unidades de paisaje: Unidad 1 para la localidad de Sierra Gorda y la Ruta 25, Unidad 2 para la Ruta 5 y Unidad 3 para la localidad de Michilla y la Ruta 1.

Las tres unidades de paisaje definidas fueron descritas en base a las características biofísicas, estéticas y estructurales de cada una, siendo el principal elemento característico de las tres unidades la dominancia de los atributos abióticos, geomorfología y suelos, que definen a las áreas desérticas del Norte Grande del país. La aridez de esta zona, así como ausencia de recursos hídricos determina la casi nula presencia de vegetación y fauna.

La presencia antrópica en el paisaje queda en evidencia principalmente con la presencia de las localidades de Sierra Gorda y Michilla, además de otras intervenciones antrópicas como tendidos eléctricos, líneas férreas y otros.

En relación a las rutas y puntos de observación, según el análisis de cuencas visuales realizado, se generan vistas panorámicas que abarcan una porción importante del paisaje, con pocas áreas ocultas para el observador, por lo cual cualquier tipo de elemento que se agregue o modifique dentro de las zonas de visibilidad determinadas, podrían ser visibles dependiendo de la magnitud y ubicación de las obras.

La falta de atributos bióticos y la homogeneidad de los atributos abióticos, determina en gran medida que las características estéticas y estructurales del paisaje presenten menor diversidad y singularidad, es por esto que al realizar la calificación de la calidad visual de los paisajes por unidad el resultado obtenido corresponde a calidades medias, lo que identifica un paisaje común y en algunos casos representativo de una gran extensión de territorio.

En relación a lo anterior, se puede establecer que el área de influencia del Proyecto presenta un valor paisajístico moderado, en vista de sus atributos biofísicos, estéticos y estructurales.

3.12. Áreas Protegidas y Sitios Prioritarios

3.12.1 Introducción

En el presente acápite se entrega la caracterización del componente Áreas Protegidas y Sitios Prioritarios, de acuerdo a lo establecido en la Ley N° 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente y el Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental modificado a través del D.S. N° 40/2012.

3.12.2 Metodología

Se consideraron los Ord. DE N° 130844 del año 2013 y DE N° 100143 del año 2010, que listan las Áreas Bajo Protección Oficial y los Sitios Prioritarios para la Conservación que deben ser evaluados para efectos del SEIA, cuyas coberturas digitales son dispuestas por el Ministerio de Medio Ambiente (año 2013), y caracterizando las áreas y sitios que se emplazan en el entorno del Proyecto.

3.12.3 Resultados

3.12.3.1 Áreas Protegidas

i. Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado

En la Región de Antofagasta existen 6 áreas resguardadas por el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas (SNASPE), administradas por la CONAF. dos Reserva, tres Parques y un Monumento Natural. Estas son:

- Monumento Natural La Portada
- Reserva Nacional Los Flamencos
- Reserva Nacional Chimba
- Parque Nacional Lullailaco
- Parque Nacional Morro Moreno
- Parque Nacional Pan de Azúcar

Ninguna de las áreas se encuentra cercana al Proyecto. El área más cercana al Proyecto corresponde al Parque Nacional Morro Moreno, a 85 km al Sur del Sector Muelle.

ii. **Zonas de Interés Turístico Nacional**

Según el documento “Zonas y Centro de Interés Turístico Nacional Declarados Bajo El Decreto 1.224 de 1975”, actualizada el año 2009, no existen zonas de interés turístico (ZOIT) en el área comprendida por el Proyecto, considerando todos sus sectores.

El área de San Pedro de Atacama – Cuenca Geotérmica del Tatio, con 1.242.906 ha de superficie, fue declarada ZOIT en el año 2002, y es la única zona ubicada en la Región de Antofagasta, a más de 50 km de distancia del Proyecto en dirección Este.

iii. **Monumentos Nacionales**

La Nómima propuesta por el Consejo de Monumentos Nacionales en la Región de Antofagasta, desde su última actualización el 3 de junio de 2014, incluye en la comuna de María Elena los siguientes Monumentos:

- Los edificios que conforman el barrio cívico de la Oficina Salitrera María Elena
- La Oficina Salitrera Pedro de Valdivia
- Entorno de la Oficina Salitrera Pedro de Valdivia
- Tranque Sloman

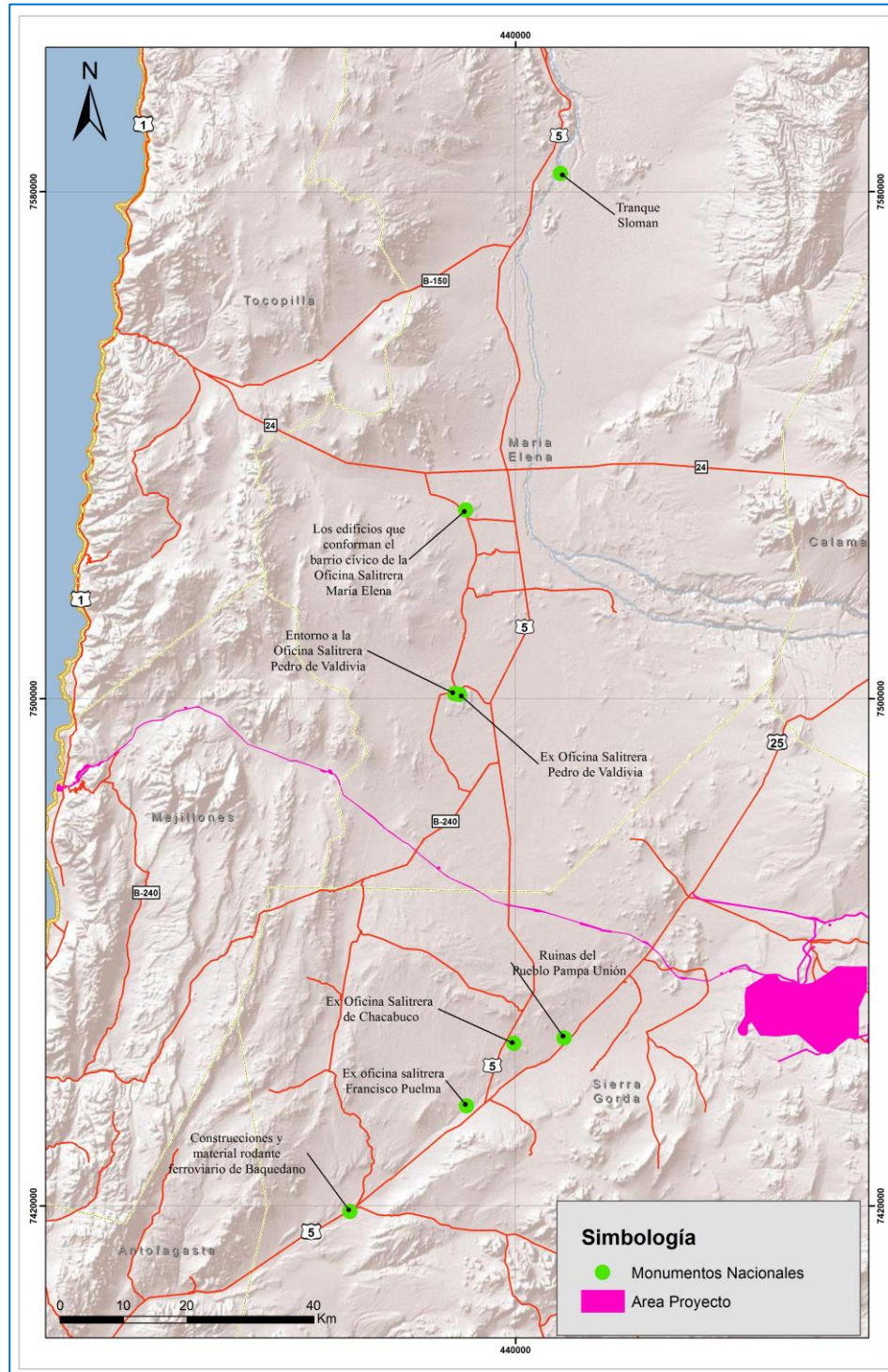
Respecto a Mejillones, la Nómima de Monumentos Nacionales no considera ningún Monumento Histórico, Zona Típica o Santuario de la Naturaleza, dentro del límite comunal.

Por otra parte, en la comuna de Sierra Gorda se enlistan los siguientes Monumentos:

- Ruinas del Pueblo Pampa Unión
- Ruinas de la Ex Oficina Salitrera Francisco Puelma
- Ex Oficina Salitrera de Chacabuco
- Construcciones y material rodante ferroviario de Baquedano

Tal como se aprecia en la Figura 3-127, ninguno de los Monumentos Nacionales listados anteriormente se encuentra dentro del área de influencia del Proyecto.

Figura 3-127: Monumentos Nacionales



Fuente: www.monumentos.cl

3.12.3.2 Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad

Los Sitios Prioritarios para la conservación de la biodiversidad son terrenos destinados para la protección del patrimonio y manejo sostenible de sus recursos, con características de biodiversidad endémicas y/o singulares dentro de los ecosistemas que los componen.

La Estrategia Nacional de Biodiversidad de la CONAMA (2003) describe 68 Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad (actualmente 64) considerados como de Primera Prioridad en todo el país. De esta lista, cinco sitios se encuentran ubicados dentro de la Región de Antofagasta:

- Desembocadura del río Loa
- Laguna Lejía
- Oasis de Quillagua
- Península de Mejillones
- Salar de Aguas Calientes IV

Paralelamente, la Estrategia y Plan de Acción para la Conservación de la Biodiversidad de la Región de Antofagasta incluye los sitios anteriormente mencionados más los nueve sitios que se indican a continuación:

- Alto del Loa
- Ayllú San Pedro de Atacama
- Costa de Paposos 1 y 2
- Géiseres del Tatio
- Oasis de Calama
- Salar de Ascotán
- Salar de Atacama
- Salar de Puntilla Negra
- Sector Volcán Licancabur

Ninguno de estos Sitios Prioritarios se encuentra cerca del Proyecto. El sitio más cercano al Proyecto corresponde a la Península de Mejillones, a 45 km al Sur del Sector Muelle.

3.12.4 Conclusiones

La Región de Antofagasta cuenta con un diverso patrimonio natural y cultural, los cuales están resguardados por diversas Áreas Protegidas o identificados como Sitios Prioritarios en los

diferentes ambientes del territorio regional. De estas Áreas y Sitios, no se registra ninguno dentro del área de influencia del Proyecto.

El Área Protegida más cercana al Proyecto es el Monumento Histórico Ruinas de Pampa Unión, que se ubica a más de 15 km del Proyecto en el Sector Ductos. Por su parte, el Sitio Prioritario más cercano es la Península de Mejillones, que está a más de 45 km de distancia del Sector Muelle.

3.13. Atractivos Naturales o Culturales (Turismo)

3.13.1 Introducción

En el presente acápite se entrega la caracterización del componente Turismo, de acuerdo a lo establecido en la Ley N° 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente y el Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental modificado a través del D.S. N° 40/2012.

3.13.2 Metodología

Se realizó una recopilación de información de las instituciones pertinentes para la evaluación de este componente.

- Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR) – Ministerio de Economía, Fomento y Turismo
 - Planta turística, relacionado con los servicios turísticos que se ofrecen a nivel nacional, como el alojamiento, la alimentación, transporte, esparcimiento, agencias de turismo o tour operadores, turismo aventura y guías de turismo.
 - Recursos turísticos, relacionado tanto con las actividades turísticas como con los atractivos reconocidos por este servicio a nivel nacional, clasificando a cada uno de ellos en categorías (sitio natural, museos y manifestaciones culturales e históricas, folklore, acontecimientos programados y realizaciones técnicas, científicas o artísticas contemporáneas) y otorgándoles también una jerarquía (internacional, nacional, regional o local)
 - Estadísticas, documentos preparados por esta institución y que buscan sintetizar mediante informes, gráficos y planillas, lo que respecta al turismo. Estas estadísticas son a nivel regional, provincial y comunal.
 - Planes de desarrollo turístico (PLADETUR), es un estudio acabado del desarrollo de la actividad turística a nivel regional o comunal, con el fin de llevar una correcta planificación y así potenciar esta actividad acorde a las características que tenga la región o comuna en estudio.
- Instituto Nacional de Estadísticas (INE)
 - Estadísticas, relacionadas con la llegada y pernoctaciones de turistas, número de establecimientos, de restaurantes, de camping y de agencias de viaje y estadísticas de establecimientos de alojamiento turístico, como tipos de alojamiento, la capacidad ofrecida y la tasa de ocupabilidad. Estas estadísticas son a nivel nacional o regional.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) – Observatorio Urbano.

- Instrumentos de planificación territorial, existencia o no de cualquier instrumento que influya en el turismo local. Pueden ser Planes reguladores comunales, Planes Intercomunales, Planes Seccionales o Planes Metropolitanos.
- Municipalidades o Gobiernos Regionales
 - Cualquier elemento institucional que influya en el ordenamiento del territorio, como los Planes de Desarrollo Comunal, Plan Estratégico Provincial, Zonas de Interés Turístico (ZOIT), entre otros.

Además, se realizó una campaña de terreno para obtener datos de primera fuente:

Pre – terreno

- Caracterización espacial del área de estudio para poder tener una visual más definida de lo que se evaluará en terreno, marcando las áreas que no tengan información o aquellas que sean necesarias ahondar más dependiendo del estudio que se esté haciendo.
- Elaboración de entrevistas no estructuradas a actores claves para el turismo en la zona, como administradores o dueños de los servicios turísticos (alojamientos, restaurantes y complejos turísticos y agencias de turismo).

Terreno

- Visita a las oficinas de turismo presentes en el sector.
- Catastro con GPS a todos los servicios turísticos presentes (alojamientos, restaurantes y complejos turísticos)
- Entrevista no estructurada a actores claves, como administradores o dueños de cualquier servicio turístico que se ofrezca en la zona.

Finalmente se procedió a sintetizar la información obtenida tanto en la recopilación de fuentes secundarias como en terreno, tabulando las entrevistas realizadas y generando un informe consolidado del estado actual de la actividad turística en el área de estudio.

3.13.3 Resultados

i. Elementos Institucionales en los que se desarrolla la actividad turística

a) Plan para el desarrollo turístico de la Región de Antofagasta

La principal actividad económica es la minería, la cual representa, en promedio un 57% de la economía regional, lo que se refuerza mayormente en el hecho que cerca del 45% del PIB minero del país se genera en la Región de Antofagasta. En un segundo orden de importancia se encuentran los sectores de construcción, transporte y comunicaciones; y servicios financieros y

empresariales, entre otros. La actividad pesquera y el turismo son considerados estratégicos para la agenda regional, y se han definidos como tal en la Estrategia Regional de Desarrollo.

La Estrategia Regional de Desarrollo de la Región de Antofagasta en materia de desarrollo económico territorial, busca potenciar la diversificación productiva de la Región de Antofagasta, fortaleciendo los sistemas productivos locales mediante el uso de recursos endógenos, con énfasis en la pequeña minería, las actividades del borde costero, las energías, la agricultura y el turismo. En relación a lo último se potenciará y planificará el desarrollo de nuevos polos turísticos en la región, incorporando alternativas innovadoras como el etnoturismo, el turismo cultural, científico gastronómico y astronómico entre otros.

En la Tabla 3–118 se identifican los objetivos para cada eje contemplado en este plan.

Tabla 3–118: Ejes del Plan Nacional de Sernatur y Objetivos del PLADETUR de Antofagasta

Eje Plan Nacional	Objetivos
Promoción	Posicionar a la Región de Antofagasta como uno de los principales destinos de turismo a nivel nacional e internacional
	Aumentar el flujo turístico de turismo interno receptivo en temporada estival y no estival en la Región de Antofagasta
Fortalecimiento de la Competitividad	Fortalecer la industria turística de la Región de Antofagasta
	Mejorar la Infraestructura de soporte asociada a Señalética Turística y Rutas Chile
	Mejorar la Infraestructura y conectividad de la Región de Antofagasta
	Implementación y mejoramiento Infraestructura Borde Costero
Inteligencia de Mercado	Establecer un sistema permanente de monitoreo y entrega de información de flujos turísticos y comportamiento de la oferta y la demanda en la Región de Antofagasta
Inversión	Incentivar a los inversionistas de proyectos de Energías Renovables no Convencionales a trabajar en una oferta turística asociada en torno a rutas turísticas
	Desarrollar mapas de orientación de inversionista
Sustentabilidad	Generar Conciencia Turística en los actores turísticos claves de la Región de Antofagasta
	Fomentar el desarrollo de productos turísticos comunitarios en San Pedro de Atacama
	Fortalecer el desarrollo del Turismo Cultural de la Región de Antofagasta
Calidad	Promover la Certificación bajo las normas de Calidad Turística en la Región de Antofagasta
	Fortalecer las competencias de Guías de Turismo
	Promocionar a empresarios turísticos certificados

Fuente: Dirección Regional de SERNATUR Antofagasta, 2011.

Los objetivos y metas del plan funcionan a escala regional pero no especifican acciones locales en el área del Proyecto.

ii. Recursos Turísticos

a) Áreas Turísticas Prioritarias

El SERNATUR constituye las Áreas Turísticas Prioritarias como espacios del territorio nacional que presentan un desarrollo actual o potencial en el ámbito del turismo y en los cuales debiera focalizarse la gestión sectorial.

Según la Propuesta Cartográfica para la Redefinición de Áreas Turísticas Prioritarias de SERNATUR, actualizada al año 2011, en la Región de Antofagasta existen actualmente seis Áreas Prioritarias vinculadas al tema turístico.

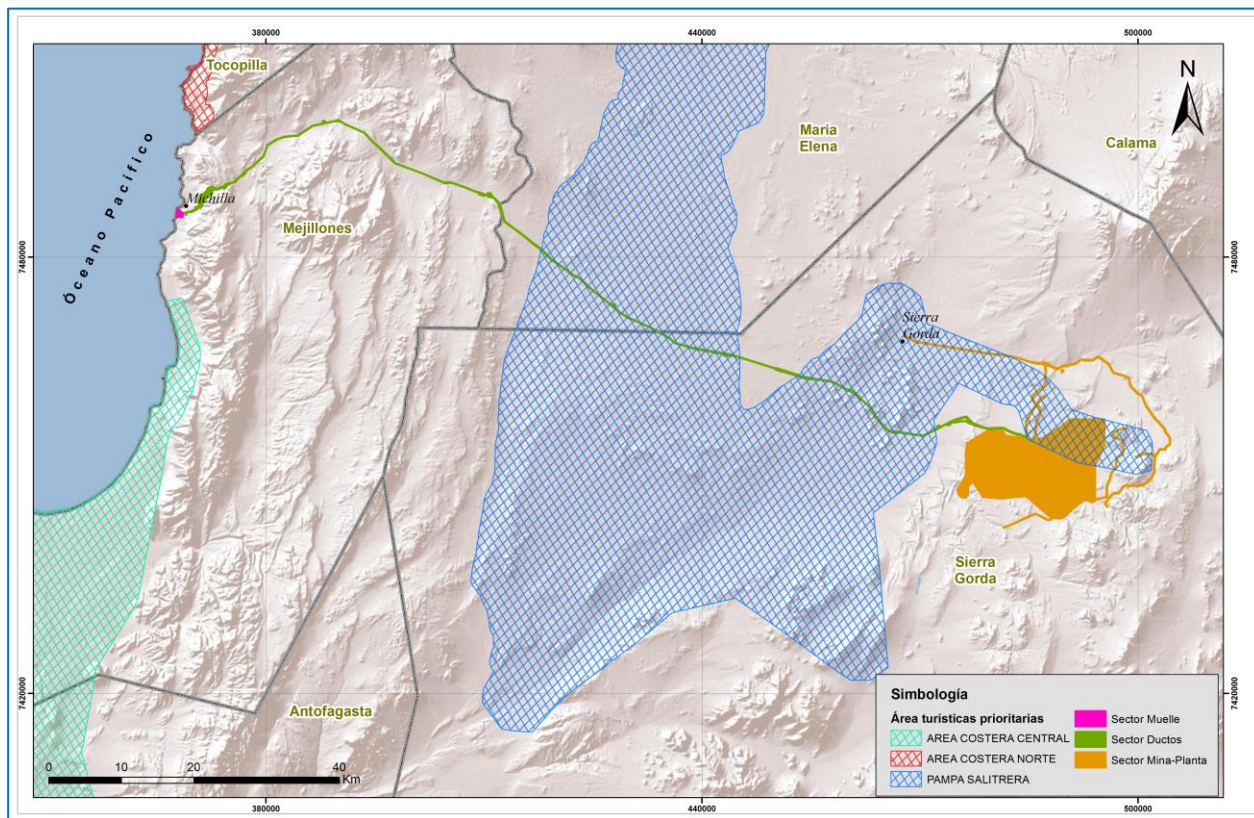
- San Pedro de Atacama
- Alto El Loa
- Área Costera Norte
- Área Costera Central
- Área Costera Sur
- Pampa Salitrera

De las áreas antes mencionadas, solo una se relaciona con el presente Proyecto, sin que este afecte los atractivos que se vinculan con ella.

La **Pampa Salitrera** se describe como un área de desierto extremo donde se puede encontrar un gran número de ruinas de salitreras abandonadas, destacando entre estas Chacabuco y Francisco Puelma, así como la Oficina Salitrera aún en producción de María Elena, y la estación de Ferrocarriles de Baquedano, todos ellos declarados Monumentos Históricos por el Consejo de Monumentos Nacionales. Esta Área Prioritaria se instala entre las comunas de Sierra Gorda y María Elena.

Esta área turística utiliza los caminos públicos como corredores de acceso a los atractivos turísticos, y debido a eso es que parte del área cae dentro del Sector Mina-Planta, ya que la las ruinas del Mineral de Plata de Caracoles han sido agregadas como atractivo turístico al área prioritaria en la actualización del año 2011.

Figura 3-128: Áreas Turísticas Prioritarias de la Región de Antofagasta, en relación al Proyecto



Fuente: SERNATUR.

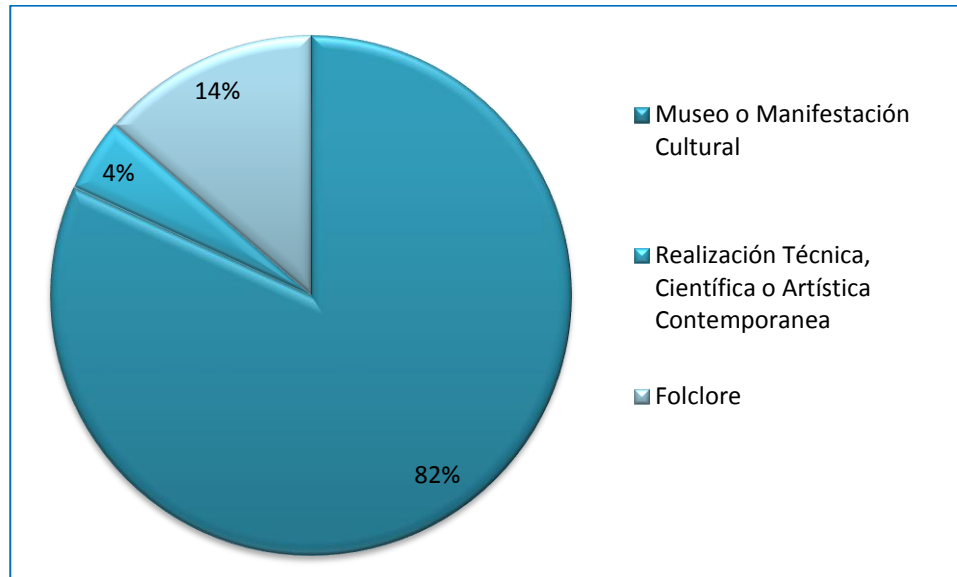
b) Catastro de Atractivos Turísticos

SERNATUR tiene accesible en su portal institucional el catastro de atractivos turísticos por cada región del país, actualizado para el año 2012. Los atractivos turísticos pertenecientes a las comunas de Sierra Gorda, María Elena y Mejillones, se enlistan en la Tabla 3–119, Tabla 3–120 y Tabla 3–121, respectivamente.

Catastro Turístico, Comuna de Sierra Gorda

En lo que respecta a la comuna de Sierra Gorda, del Catastro de atractivos Turísticos generado por Sernatur el año 2012, se desprende que la comuna presenta 22 atractivos diferentes, de los cuales la gran mayoría (18) caen dentro de la categoría “Museo o Manifestación Cultural” (Figura 3-129), siendo gran parte de ellos considerados lugares históricos y algunos obras de arte o técnicas. Estos atractivos se vinculan principalmente a edificaciones y ruinas de las múltiples oficinas salitreras que en su momento funcionaron en la comuna, así como construcciones vinculadas a la línea ferroviaria que conectaba esta comuna con la ciudad de Antofagasta.

Figura 3-129: Categoría de atractivos turísticos, comuna de Sierra Gorda



Fuente: SERNATUR.

Tabla 3-119: Catastro de Atractivos Turísticos, comuna de Sierra Gorda

Atractivo	Categoría	Tipo	Descripción
Ex Estación Unión	Museo o Manifestación Cultural	Lugar Histórico	La Estación Unión estaba próxima a un conglomerado de Oficinas Salitreras (Arturo Prat, Aníbal Pinto, Edwards, Ausonia, Carmela, José Santos Ossa, Leonor, Cecilia, Candelaria, Luisis, Anita, Araucana, Angamos, María, Curico, Perseverancia, Filomena, Concepción, Aconcagua, etc.) que se comunicaban mediante ramales a la vía principal.
Geoglifo contemporáneo o Sueño y Esperanza	Realización Técnica, Científica o Artística Contemporánea	Obra de Arte o Técnica	Obra del pintor chileno Sergio Tielleria. Tiene 148 mts. de largo y 98 mts. de ancho. Su construcción fue en el año 1993 y demoró 90 días, se recolectaron 325 camionadas de material, piedra volcánica, la cual se extrajo a 27 Km. del lugar.
Ex Oficina Salitrera Santa Filomena	Museo o Manifestación Cultural	Lugar Histórico	Oficina del Cantón Central de la Región de Antofagasta. En 1866 J.S. Ossa y Francisco Puelma, concretaron peticiones sobre los terrenos del Cantón Central iniciando la explotación de la salitrera Salar del Carmen, a contar de 1872, se instaló la Oficina Lastenia y surgieron una serie de otras oficinas a lo largo de la vía férrea que daba acceso al puerto de embarque de Antofagasta. Fueron adquiridas en 1925 por la empresa Lautaro Nitrate Co.

Atractivo	Categoría	Tipo	Descripción
Ex Oficina Salitrera Chela	Museo o Manifestación Cultural	Lugar Histórico	--
Ruinas Ex Oficina Salitrera Sargento Aldea	Museo o Manifestación Cultural	Lugar Histórico	El paradero del ferrocarril de Antofagasta a Bolivia, denominado "EL Buitre", facilitaba el acceso a la Oficina "Sargento Aldea", propiedad de la Cía. de Salitre de Antofagasta. A fines del año 1920 un voraz incendio destruyó gran parte de la Oficina, administración, casas para empleados y algunos campamentos. En 1923 fue reconstruida.
Baquedano	Folclore	Arquitectura Popular Espontanea	Es un poblado de 541 habitantes que se sitúa 1.035 metros de altitud. Aquí podrá visitar el museo Ferroviario y la Antigua Estación, declarada Monumento Nacional. Su importancia se debió a su ubicación estratégica, por ser el lugar por el cual cruzaba el tren longitudinal del Norte. En el pueblo se encuentra también una Sala Museográfica, donde los habitantes presentan la historia del lugar por medio de relatos y objetos, ofrecen información turística y regalos.
Ruinas del Pueblo de Pampa Unión (MH)	Museo o Manifestación Cultural	Lugar Histórico	Declaradas Monumento Histórico D.A. 716 de 18-01-1991. En medio de la pampa salitrera, existía una pequeña estación de ferrocarril llamada Unión. Alrededor de esta estación, se constituyó a partir de 1911 el pueblo de Pampa Unión, levantándose poco a poco y de manera espontánea muchas construcciones de multifacético aspecto y con objetivos distintos. El pueblo sufrió una lenta agonía; en abril de 1954 la Municipalidad de Antofagasta autorizó desarmar sus instalaciones. Hoy quedan unas viejas murallas; se reconocen los prostíbulos y algunas tiendas, como la famosa Casa Lacre, con sus muros aún rojos.
Ex Oficina Salitrera Prat	Museo o Manifestación Cultural	Lugar Histórico	--
Ex Oficina Salitrera Anita	Museo o Manifestación Cultural	Lugar Histórico	--
Ex Oficina Salitrera Blanco Encalada	Museo o Manifestación Cultural	Lugar Histórico	--

Atractivo	Categoría	Tipo	Descripción
Ruinas Ex Oficina Salitrera Francisco Puelma (MH)	Museo o Manifestación Cultural	Lugar Histórico	Declarada Monumento Histórico D.S. 0281 del 23/05/1989. Se llamó Oficina Carmen Alto y se constituyó en una de las oficinas salitreras más importantes, gracias a su capacidad de producción. Poseía una planta de Fuerza Eléctrica capaz de dotarla de energía y, además, a otras de la misma empresa. La Oficina Francisco Puelma dejó de funcionar en 1932 y, en 1988, se instaló una empresa para extraer yodo. De ella sólo quedan hoy sus muros y cementerio. Antaño, la población alcanzó hasta los 4.800 habitantes, que construyeron un ordenado poblado. Utilizaron como material para alzar sus viviendas piedras sacadas de la costra del salar.
Ex Oficina Salitrera Edwards	Museo o Manifestación Cultural	Lugar Histórico	--
Ex Oficina Salitrera Araucana - Concepción	Museo o Manifestación Cultural	Lugar Histórico	La Oficina "Araucana", propiedad de los señores Baburizza, Lukinovic & Cía., situada al Este de la estación de Unión, y a más o menos 5 kilómetros de distancia, de la misma. La Oficina "Araucana" tenía sus establecimientos educacionales ubicados al frente de la plaza, uno destinado para los hombres, el otro para las mujeres.
Ex Oficina Salitrera Ossa	Museo o Manifestación Cultural	Lugar Histórico	José Santos Ossa Vega, fue un minero, explorador y empresario chileno. Exitoso empresario de la explotación de salitre. Ossa encontró salitre en la entonces casi desconocida caleta de la Chimba. Se estableció en esa localidad en 1866, lo que le permitió descubrir los yacimientos de oro del Gordillo, el de plata de Peine y Toconao, y el de cobre del Morado.
Ex Oficina Salitrera Pinto	Museo o Manifestación Cultural	Lugar Histórico	--
Ex Oficina Salitrera Ausonia	Museo o Manifestación Cultural	Lugar Histórico	Ausonia se ubica en la actual comuna de Sierra Gorda, hacia el Norte de la Ruta Antofagasta-Calama y a medio camino entre las localidades de Baquedano y Sierra Gorda, y cerca de otras oficinas y del asentamiento salitrero Pampa Unión. El ingeniero italiano Cavallero, que se había destacado por sus actividades en Tarapacá, organizó la Compañía Salitrera Progreso, en parte con crédito del Banco Mobiliario, para explotar terrenos en Pampa Central y Pampa Alta, donde las oficinas que se construyeron fueron Filomena, Aconcagua y Ausonia. En 1905 esta última, que tenía como administrador a Carlos Cánepa, logró exportar 3.287 toneladas del llamado oro blanco.

Atractivo	Categoría	Tipo	Descripción
Sierra Gorda	Folclore	Arquitectura Popular Espontanea	Se ubica en plena pampa calichera a medio camino entre el Puerto de Antofagasta y la ciudad de Calama a orilla de la vía férrea que une el altiplano con la costa .Durante la explotación del mineral de Caracoles Sierra Gorda dada su estratégica ubicación se convirtió en un importante punto de descanso y abastecimiento de las caravanas que transportaban el mineral hacia el puerto y las provisiones rumbo a la mina.
Estación de Ferrocarril de Baquedano (construcción y material rodante) (MH)	Museo o Manifestación Cultural	Lugar Histórico	Declarada Monumento Histórico D.S. 1639 del 15-02-1984. En el edificio de la antigua estación se observan las oficinas y boleterías de las compañías de ferrocarril. En los patios quedan muchos carros y material ferroviario. Al frente se encuentra la Casa de Máquinas y Tornamesa, construidas en 1916 por la Empresa de Ferrocarriles del Estado, y que hoy está convertida en museo de sitio. Constituyen un vasto edificio semicircular, de madera de pino oregón, divido en compartimientos -cocheras- que alojaban las locomotoras. La tornamesa tenía capacidad para 16 locomotoras; en el complejo quedan actualmente seis, que son a vapor y cuya procedencia es Norteamericana y alemana.
Estación Salinas	Museo o Manifestación Cultural	Lugar Histórico	En el año 1879, el tendido de rieles del ferrocarril que unía a la emergente industria del Salitre con el Puerto de Antofagasta, llegaba hasta el establecimiento ferroviario de Salinas, estación que se encontraba ubicada a doscientos metros de la Oficina Salitrera "Lastenia".
Ruinas Ex Oficina Salitrera Chacabuco (MH)	Museo o Manifestación Cultural	Lugar Histórico	Declarada Monumento Histórico D.S. 1749 del 26/07/1971. Fue construida en la década de 1924 por la Lautaro Nitrate Company. Es el último establecimiento calichero implementado con el tradicional sistema Shanks, y el más grande de los de este tipo. Ocupa una extensión de 36 hectáreas, y comprende un sector productivo y otro urbano. Fue equipada con maquinaria capaz de producir 15 mil toneladas métricas de nitrato al mes. En el sector industrial destaca la maestranza, la bodega, la casa de máquinas y la enorme estructura sostenida por un bosque de enormes pilares que albergaba los 54 grandes estanques de lixiviación del mineral.
Teatro Oficina Salitrera Chacabuco	Museo o Manifestación Cultural	Obra de Arte o Técnica	--

Atractivo	Categoría	Tipo	Descripción
Celebración Día del Patrimonio Cultural	Folclore	Manifestación Religiosa o Creencia Popular	Esta celebración se inicia en nuestro país en 1999, por decreto del Ministerio de Educación, a petición del Consejo de monumentos Nacionales. En mayo de 2000, se dicta el Decreto Supremo N° 252, mediante el cual se establece como efeméride el Día del Patrimonio Cultural de Chile, a celebrarse el último domingo del mes de mayo. Producto de una iniciativa del gobierno, en esta fecha el quehacer cotidiano se detiene, para que la comunidad conozca, disfrute y piense en torno a nuestra memoria y a los diversos bienes y expresiones de nuestro patrimonio cultural.

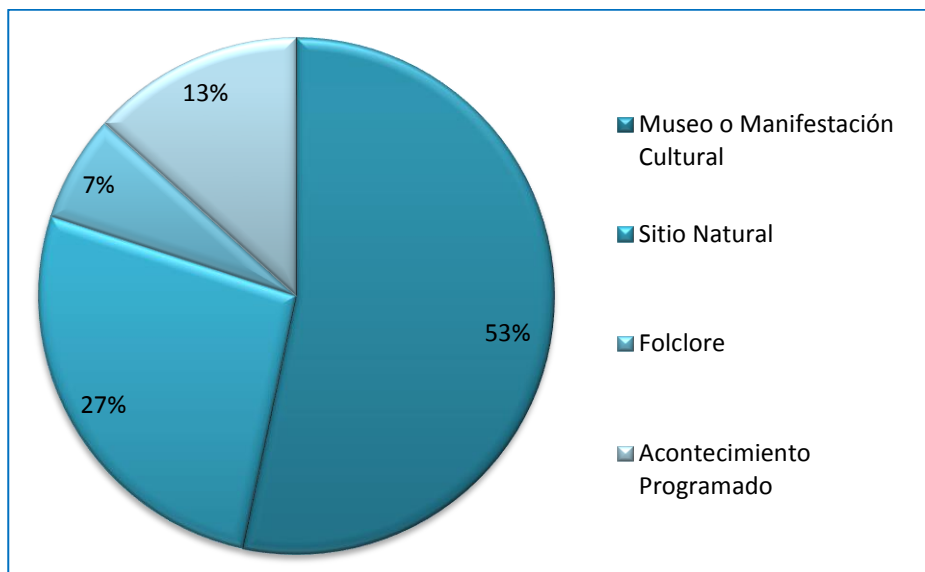
Fuente: SERNATUR.

Cabe señalar que las Ruinas del Mineral de Plata de Caracoles, complejo minero descubierto en 1870, no están incluidas dentro del listado del catastro de SERNATUR, no obstante, es reconocido a nivel regional como patrimonio histórico y atractivo turístico, razón por la cual Caracoles es parte del Área Turística Prioritaria Pampa Salitrera (SERNATUR, 2011).

Catastro Turístico, Comuna de María Elena

En la comuna de María Elena el catastro describe 15 atractivos turísticos, estos incluyen ocho museos o manifestaciones culturales, cuatro sitios naturales, dos acontecimientos programados y un folclore (ver Figura 3-130), lo que muestra una gran diversidad al tipo de atractivos turísticos disponibles en la comuna.

Figura 3-130: Categoría de atractivos turísticos, comuna de María Elena



Fuente: SERNATUR.

Tabla 3–120: Catastro de Atractivos Turísticos, comuna de María Elena

Atractivo	Categoría	Tipo	Descripción
Museo Antropológico de María Elena	Museo o Manifestación Cultural	Museo	Colecciones arqueológicas que muestran el asentamiento prehistórico, particularmente del sitio de Chacance, en excelente estado de conservación.
Museo Arqueológico e Histórico de Quillagua	Museo o Manifestación Cultural	Museo	En el museo de Quillagua se encuentran los vestigios de los primeros habitantes de esa comunidad, fechados en el 230 D.C., además de una buena colección de objetos de cerámica y cestería, y muchos artefactos líticos (puntas de proyectiles, raederas, hojas de azadones, entre otros. Sin duda lo que llama la atención es el cadáver momificado de un chino, perfectamente conservado por la sequedad y salinidad del desierto de Atacama, en el Norte de Chile, corre el peligro de desintegrarse, abandonado en el museo de un pequeño pueblo de la zona.
María Elena	Folclore	Arquitectura Popular Espontanea	En el poblado de María Elena se emplaza la antigua salitrera. El salitre, mezcla de nitrato de sodio y de potasio, era un importante fertilizante natural en el siglo XIX y dio gran riqueza a Chile en ese periodo. A diferencia de otras salitreras que debieron cerrar sus operaciones debido a la aparición de fertilizantes artificiales, María Elena sigue funcionando hasta hoy. Este pueblo ubicado en las cercanías de Antofagasta tiene también un museo arqueológico e histórico.
Ex Oficina Salitrera Joé Francisco Vergara	Museo o Manifestación Cultural	Lugar Histórico	Al remontarse a la historia pampina la oficina “José Francisco Vergara” fue construida entre los años 1918 y 1919, en el denominado Cantón del Toco. Las faenas en este campamento salitrero paralizaron entre 1974 y 1977, posteriormente, Soquimich (actual SQM) donó el odeón y su entorno a la entonces sede Antofagasta de la Universidad de Chile.

Atractivo	Categoría	Tipo	Descripción
Ruinas Ex Oficina Salitrera Pedro de Valdivia (MH)	Museo o Manifestación Cultural	Lugar Histórico	Declarada Monumento Histórico D.E. 209 del 12/04/1996. En 1925 los hermanos Guggenheim comenzaron la construcción de la primera planta que funcionaría con nueva tecnología, la Oficina Salitrera "María Elena". Toda la experiencia obtenida en este primer establecimiento se volcó en el segundo y último de ellos, la Oficina "Pedro de Valdivia", construida en 1931. La Oficina "Pedro de Valdivia" era, como todos los centros calicheros, una verdadera ciudad, dotada de todos los establecimientos y servicios necesarios para la vida cotidiana de trabajadores y administradores. La Oficina se conserva hasta hoy sin mayores variaciones con respecto a lo que era en la década del '30.
Valle de Quillagua	Sitio Natural	Montaña	Las pequeñas haciendas del valle de Quillagua, llamadas por los naturales "CERCOS", producen únicamente alfalfa. Pero se cosecha en gran cantidad, el fruto de los algarrobos que allí abundan; los que producen cerca de 400 kilogramos de fruto, cada cosecha. En el valle, hay 26 "cercos" que producen alfalfa, la cual da hasta cinco cortes en el año. Propuesto como Sitio prioritario para la Conservación de la Biodiversidad (Estrategia Nacional de Biodiversidad).
Balneario Chacance	Sitio Natural	Costa	En los sectores aledaños, se ubica la Escalera del Indio, labrada en la ladera de una quebrada en 1874. Antaño fue un complejo metalúrgico.
Tranque Sloman (MH)	Museo o Manifestación Cultural	Obra de Arte o Técnica	Declarado Monumento Histórico D.S. 0433 del 15/01/1980. Esta inmensa obra de ingeniería fue construida en 1904-5 para dar solución a las salitreras de agua y energía eléctrica, funcionó hasta 1954 obteniendo y distribuyendo las aguas del Río Loa hasta que cerraron las salitreras del Grupo Sloman. La envergadura de la instalación inserta en una quebrada, junto a su aislamiento la hacen poseer un conmovedor efecto escénico. En la actualidad se encuentra abandonado y con mala accesibilidad.
Laguna Puente La Posada	Sitio Natural	Lago, Laguna o Humedal	--

Atractivo	Categoría	Tipo	Descripción
Río Loa	Sitio Natural	Río o Estero	Con una longitud de 440 kilómetros, es el río más largo de Chile, atravesando gran parte del desierto de Atacama desde su origen en la Cordillera de Los Andes hasta llegar al océano Pacífico. El Loa forma una cuenca hidrográfica que supera los 33.570 km ² , siendo la mayor de todo el país y la única exorreica de toda la Región de Antofagasta. A pesar de su gran superficie, el Loa tiene un bajo caudal debido a las características desérticas de la zona, lo que no impide que forme importantes oasis a lo largo de su recorrido. El río Loa tiene gran importancia en el desarrollo de la vida humana en la zona interior de la Región, permitiendo la formación de oasis donde se han formado comunidades.
Parque Arqueológico de Quillagua	Museo o Manifestación Cultural	Ruina o Lugar Arqueológico	Los geoglifos del Norte de Chile, se ubican preferentemente en las grandes quebradas, siendo el río Loa el límite más austral, sin embargo es posible encontrar conjuntos de geoglifos con temáticas realistas y abstractas en el sitio La Encañada al Sur de Quillagua, sitio Chug Chug cerca de la ruta que une Chuquicamata con María Elena, y el Parque de Petroglifos de Calartoco que se diseminan por un amplio sector en las cercanías del río Loa en Quillagua.
Edificios del Barrio Cívico de la Oficina Salitrera María Elena (MH)	Museo o Manifestación Cultural	Lugar Histórico	Declarados Monumento Histórico D.E. 400 del 22-11-1999. Se incluyen: Ex Escuela Consolidada, Ex Pulpería, Mercado, Teatro Metro, Iglesia San Rafael Arcángel, Sindicato N° 3, Ex Baños Públicos, Banco del Estado, Asociación Social y Deportiva.
Entorno de la oficina Salitrera de Pedro de Valdivia (ZT)	Museo o Manifestación Cultural	Lugar Histórico	Declarado Zona Típica D.E. 412 del 02-12-1999. El objetivo de esta declaración es proteger un área más amplia de la Salitrera, debido a que desde el año 1996, cuando SOQUIMICH cerró esta Oficina, parte de las casas de obreros han sido cubiertas por los residuos de material que arroja la planta concentradora de caliche que aún funciona en el lugar. La zona típica rodea el monumento histórico, en cuyo perímetro se encuentran los principales edificios de esta ciudad industrial.
Fiesta Religiosa de San Miguel Arcángel de Quillagua	Acontecimiento Programado	Evento Misceláneo	Fiesta religiosa del Pueblo de Quillagua, donde acuden bailes religiosos de la zona Norte.
Aniversario Ex oficina Pedro de Valdivia	Acontecimiento Programado	Evento Misceláneo	Fiesta popular que se toma la ex oficina salitrera de Pedro de Valdivia. Las familias se toman la localidad, sus casas y viven un día en torno a su antigua vida en la ex salitrera.

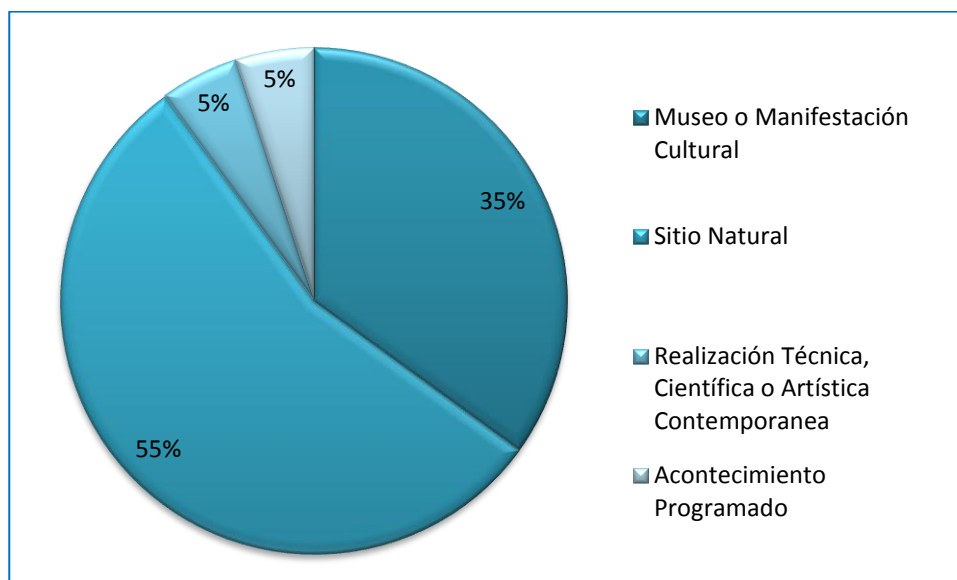
Fuente: SERNATUR.

Catastro Turístico, Comuna de Mejillones

En lo que respecta a la comuna de Mejillones, se encontraron 20 atractivos turísticos, los cuales se dividen en edificaciones históricas dentro de la ciudad de Mejillones, y diversas playas y balnearios emplazados a lo largo del borde costero comunal.

Por su cercanía al Proyecto, se menciona Caleta Michilla, considerada como un atractivo turístico por su ubicación costera y algunos hallazgos arqueológicos concheros contenidos en el sector. Esta caleta se encuentra al Norte de Muelle de Minera Michilla, que está aledaña al Muelle de Minera Centinela, y cercana a la ubicación de los ductos.

Figura 3-131: Categoría de atractivos turísticos, comuna de Mejillones



Fuente: SERNATUR.

Tabla 3-121: Catastro de Atractivos Turísticos, comuna de Mejillones

Atractivo	Categoría	Tipo	Descripción
Iglesia Corazón de María de Mejillones	Museo o Manifestación Cultural	Obra de Arte o Técnica	Posee tres naves y un torreón central. Fue construida entre 1906 y 1908, al igual que la casa parroquial contigua. Se utilizó pino oregón para la totalidad de la construcción, incluyendo su escalinata y aceras.
Centro Cultural de Mejillones	Museo o Manifestación Cultural	Obra de Arte o Técnica	Edificio de interesante arquitectura, donde se concentran las principales actividades culturales de la comuna. Posee además una excelente sala acústica.

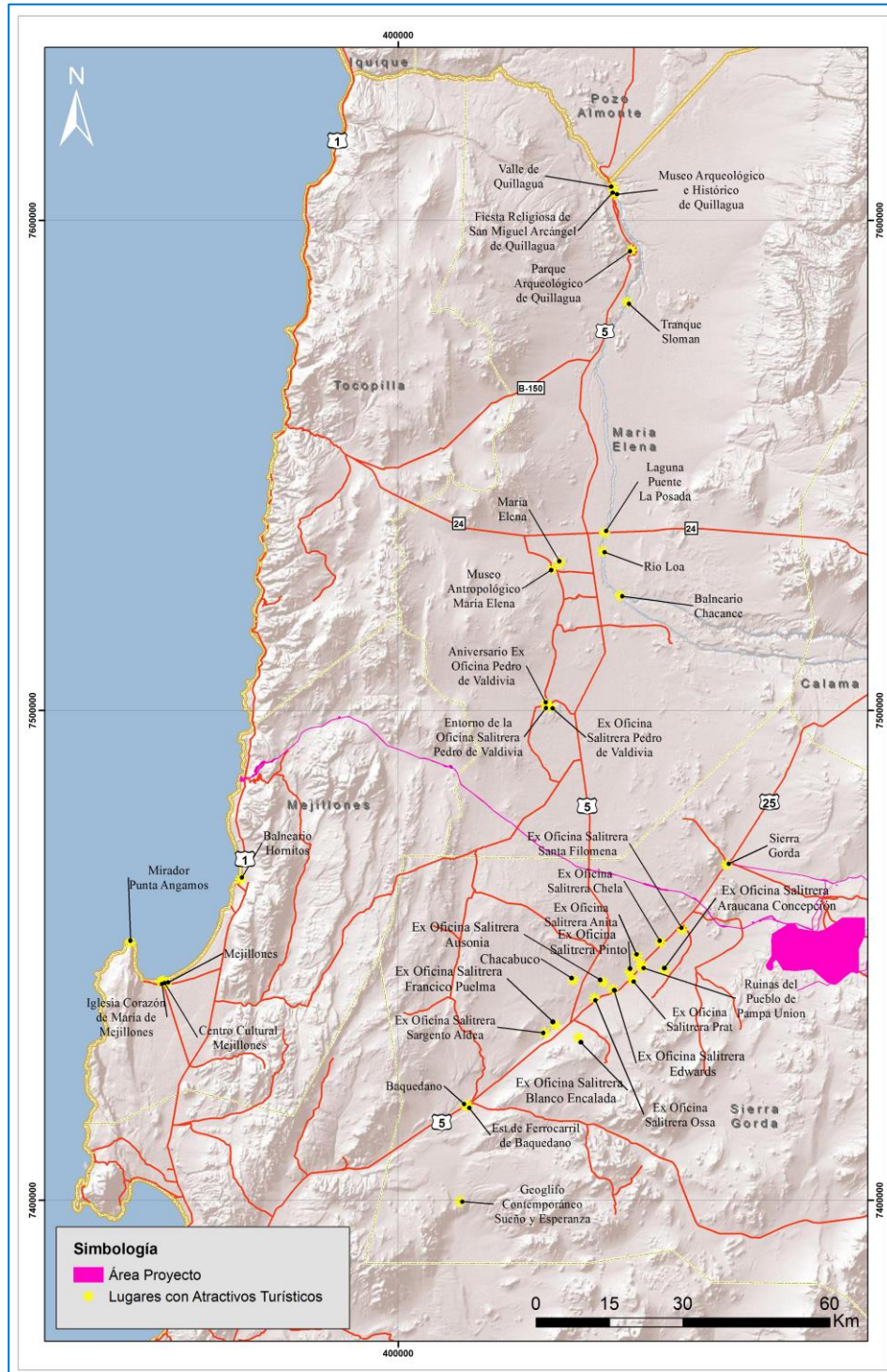
Atractivo	Categoría	Tipo	Descripción
Edificio Ex Juzgado y Subdelegación (Municipalidad de Mejillones)	Museo o Manifestación Cultural	Obra de Arte o Técnica	El edificio del Juzgado de Sub-Delegación nace de una necesidad urgente de establecer un organismo judicial en la naciente comuna. Mejillones, no siendo una localidad políticamente definida quedó como Subdelegación dependiente de la Comuna de Antofagasta y por ello, una de las autoridades más importantes fue el Juez de Subdelegación, atendiendo todos los casos menores de delitos ocurridos en la circunscripción. Se le asigna la manzana 24 del loteo original proyecto del Ingeniero consultor de la Armada don Emilio de Vidts y ejecutado en 1906 según el Decreto N° 2102 del 11 de octubre de 1904. Hoy funciona como dependencia de la Ilustre Municipalidad de Mejillones.
Edificio Estación del Ferrocarril de Mejillones	Museo o Manifestación Cultural	Obra de Arte o Técnica	La instalación de la empresa de ferrocarril constituye el hito histórico más relevante que tenga relación con la fundación del pueblo y Puerto de Mejillones. La composición urbanística nace a partir de la solicitud del F.C.A.B. Al estado de Chile para construir una línea férrea desde la pampa salitrera hacia un nuevo puerto. El 11 de octubre de 1904 con el Decreto N° 2102 se concedió la construcción. Construcción enteramente en madera de pino oregón, se dice traída en abundancia desde EE.UU. como lastre por los veleros que venían a cargar salitre y sus revestimientos exteriores con calaminas metálicas.
Edificio Gobernación Marítima de Mejillones	Museo o Manifestación Cultural	Obra de Arte o Técnica	Su construcción fue entre 1906 y 1910. La capitania de puerto es uno de los edificios más importantes de la comuna, ubicado en el borde costero, de estilo francés, sutil y elegante. Estructura de madera de pino oregón revestido de concreto. Fue construido para controlar el gran movimiento mercantil de la época y hoy alberga a la Armada de Chile.
Museo Histórico y Natural de Mejillones	Museo o Manifestación Cultural	Museo	El edificio del Ex Servicio de Aduanas fue construido entre los años 1906 y 1910. Actualmente funciona como Museo histórico y Natural de Mejillones, el cual es quizás el centro cultural más importante de la ciudad y contiene valiosa información histórica de Mejillones desde sus inicios como caleta de pescadores hasta el presente. Libros y fotografías testimonian la evolución tanto comunal como regional, todas expuestas en cinco salas.
Plaza de la Gobernación Marítima de Mejillones	Museo o Manifestación Cultural	Obra de Arte o Técnica	--
Caleta Hornos	Sitio Natural	Costa	Caleta de pescadores artesanales.

Atractivo	Categoría	Tipo	Descripción
Playa Chacaya	Sitio Natural	Costa	Se destaca una gran cantidad de sitios habitaciones, las que disponen preferentemente al abrigo de los frecuentes afloramientos rocosos que caracterizan el sector.
Playa y Balneario Hornito	Sitio Natural	Costa	Hornitos es una de las playas más hermosas del Norte de Chile. Casas de veraneo, acantilados y un hermoso mar hacen de este balneario un sitio paradisíaco.
Mirador de Punta Angamos	Sitio Natural	Costa	Ubicado en la Península de Mejillones, la que posee un importante legado histórico relacionado a los hechos de la Guerra del Pacífico: aquí ocurrió el Combate Naval de Punta Angamos, en 1879, donde la Escuadra chilena capturó al monitor Huáscar, nave de la Armada peruana. Es un hermoso mirador desde donde se puede apreciar, las loberas, o concentraciones de lobos marinos.
Mejillones	Realización Técnica, Científica o Artística Contemporánea	Obra de Arte o Técnica	Mejillones comenzó a través del poblamiento de comunidades indígenas (changos) del litoral a partir de 1825. Entre 1838 y 1839, unos empresarios franceses, los hermanos Latrille, contratan los servicios de un minero copiapino Juan López (minero conocido como el Chango López, considerado el primer habitante de Antofagasta), por la ubicación de yacimientos de guano, ya que los Latrille tenían pistas de su existencia en Mejillones del Sur. Las propiedades de la bahía y sus terrenos hacen al Puerto de Mejillones una de las instalaciones portuarias e industriales más atractivas de la costa pacífico de América del Sur.
Caleta Herradura de Mejillones	Sitio Natural	Costa	Caleta de altos acantilados, ubicada en la Península de Mejillones. De aguas tranquilas y arenas blancas.
Playa Punta Itata	Sitio Natural	Costa	Es una playa enmarcada en un escenario de cerros imponentes, con arena fina, y abundante fauna marina. En verano se puede nadar en un mar templado, y todo el año se pueden practicar deportes acuáticos, caminatas, paseos a localidades cercanas, descansar en la arena y disfrutar de una puesta de sol o de un cielo estrellado.
Punta Chacaya	Sitio Natural	Costa	Al Norte de la península de Mejillones, de excelente arena y suave oleaje, ideal para la práctica de deportes náuticos.
Playa Punta Cuateles	Sitio Natural	Costa	--
Caleta Michilla	Sitio Natural	Costa	La población de esta zona trabaja en la empresa Minera Carolina de Michilla. Hacia la línea de la costa se han registrado varios sitios arqueológicos, especialmente conchales.
Punta Lobería	Sitio Natural	Costa	Sector donde se instalan cerca de 5000 lobos marinos, que se radicaron en el lugar luego de verse envueltos en el fenómeno del niño en las décadas del '80 y '90.

Atractivo	Categoría	Tipo	Descripción
Playa de Mejillones	Sitio Natural	Costa	Es una gran bahía frente al antiguo muelle y pueblo histórico. Es apta para el baño, la pesca y la práctica de deportes náuticos. Existe camping, quiosco y otros servicios para los turistas.
Aniversario de Mejillones	Acontecimiento Programado	Evento Misceláneo	Aniversario de la ciudad de Mejillones durante el mes de octubre.

Fuente: SERNATUR.

Figura 3-132: Atractivos Turísticos registrados por SERNATUR



Fuente: Elaboración propia.

c) Rutas Patrimoniales

Existen tres Rutas Patrimoniales en la Región de Antofagasta: Ruta Tal Tal - Punta Tórtolas, Ruta San Pedro – Chiuchiu – Lasana, y la Ruta por la Ex Oficina Salitrera Chacabuco (Figura 3-133), siendo esta última la única en emplazarse en una de las comunas donde se instala el Proyecto, a 40 km al Sureste de Sierra Gorda por la Ruta 25, y a 50 km aprox. de distancia de las instalaciones del Proyecto en línea recta.

Figura 3-133: Ex Oficina Salitrera Chacabuco



Fuente: Google Earth, registro fotográfico en terreno.

d) Circuitos Turísticos de la Región de Antofagasta³⁰

La Región de Antofagasta, se distingue por alcanzar la superficie más ancha del territorio chileno, marcada por ser la región más árida del planeta. Posee destinos turísticos de características inigualables, que permiten conocer la región a través de su larga costa, cálidas aguas de color turquesa, interesante flora y fauna, sitios patrimoniales determinados por un pasado de rutas troperas y caravanas prehispánicas. Además de un destacado pasado salitrero, época de apogeo y crecimiento económico. Finalmente el circuito desierto y arqueología destaca y descubre los encantos del desierto de Atacama, el más árido del mundo, paisajes de contrastes impresionantes, tierra de milenarios pueblos con un pasado cultural y arqueológico que han hecho de este circuito uno de los más reconocidos a nivel internacional.

- Circuito Costero, Mar y Desierto: La zona costera concentra la mayor cantidad de habitantes de la región, distribuidos en sus 4 comunas: Taltal, Antofagasta, Mejillones y Tocopilla. El encuentro entre el mar y desierto se presenta amplio y multicolor, con aguas apropiadas para el desarrollo de deportes náuticos, buceo, pesca, natación, y diversas actividades ligadas al mar. Destacan la gran cantidad de playas distribuidas por todo el borde costero de la Región de Antofagasta. El recorrido incluye atractivos de relevancia como el Monumento Natural de la Portada, Balneario Juan López, Mejillones, Hornitos y Tocopilla. Por el Sur de Antofagasta es importante destacar Caleta Coloso, Paposo y su Reserva Nacional, sitios arqueológicos e innumerables playas para la práctica de deportes náuticos, pesca y baño. Este circuito incluye también una rica gastronómica basada en productos frescos del mar, tan característicos como el congrio de Taltal, entre muchos otros.
- Circuito Pampa Salitrera: El paisaje de la pampa ha sido testigo de un marcado pasado influenciado por la explotación minera. Dentro de este circuito destacan comunas como Sierra Gorda y la estación de ferrocarriles de Baquedano además de la oficina de Chacabuco (MN), la cual es una de las pocas oficinas salitreras donde se puede acceder a través de un circuito guiado; María Elena, la cual es el único centro salitrero en actividad en Chile y donde también existen otras de relevancia tales como Oficina Vergara y Pedro de Valdivia. Taltal también guarda un pasado salitrero en sus oficinas Alemania, Flor de Chile, ente otra más. En total llegaron a existir más de 45 oficinas salitreras distribuidas es 5 cantones salitreros, (división geográfica que se hacía de los terrenos del salitre).

³⁰ Plan para el desarrollo turístico de la Región de Antofagasta 2011-2014.

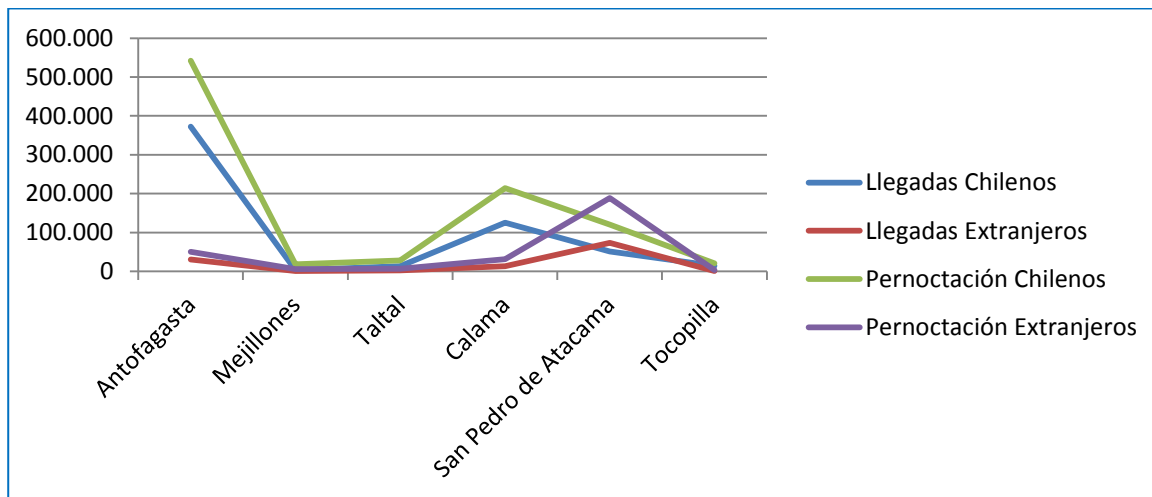
- **Circuito Desierto y Arqueología:** Este circuito comprende las comunas de Calama, San Pedro de Atacama y Ollagüe, y el cual incluye parajes inigualables como salares, volcanes, pueblos milenarios, desierto y lugares jamás visto. El circuito se estructura en base a los principales caminos de la provincia uniendo diversas localidades, en un tramo que recorre la ruta hasta Ollagüe por la ruta internacional, área que va desde Calama hacia San Pedro de Atacama por la ruta internacional 23, además de diversos caminos que unen la capital provincial con los pueblos del alto el Loa. Desde este sector se alcanzan los Geiser del Tatio. Además desde la capital arqueológica de Chile se desprende un tramo por el salar de Atacama y todos los atractivos que este territorio incluye tales como laguna cejar, miscanti y meñiques y pueblos como Toconao, Peine, Talabre, entre otros.

iii. **Demanda Turística Regional**

La Región de Antofagasta cuenta, según información recogida del Servicio Nacional de Turismo³¹, con un total de 141 alojamientos turísticos.

En cuanto a la cantidad de llegadas y pernoctaciones es la que muestra la Figura 3-134, en donde las cifras de los chilenos son mayores que los extranjeros, lo que se puede deber a la actividad minera presente en la zona, sobre todo en las ciudades de Antofagasta y Calama.

Figura 3-134: Llegadas y Pernoctaciones de chilenos y extranjeros a la Región de Antofagasta el año 2013

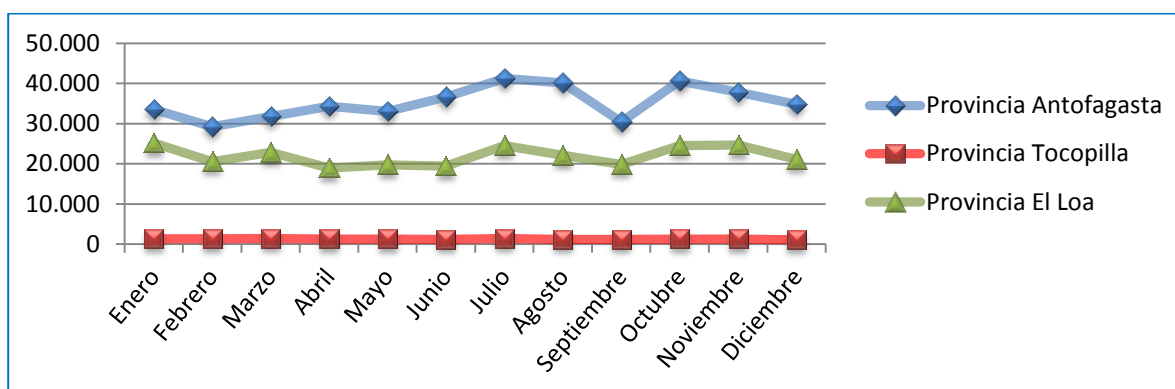


Fuente: SERNATUR.

³¹ Informe Estadísticas de alojamientos turísticos por comunas año 2013.

A un mayor nivel de detalle las llegadas de turistas a la región según provincia en el año 2013, se grafican en la Figura 3-135, en donde las mayores cifras se atribuyen a la provincia de Antofagasta, de las cuales el 95% corresponde a la capital provincial. En la provincia de Tocopilla los datos son bajos en comparación con las otras 2 provincias, presentando un promedio de 1.200 llegadas a establecimientos de alojamiento turístico.

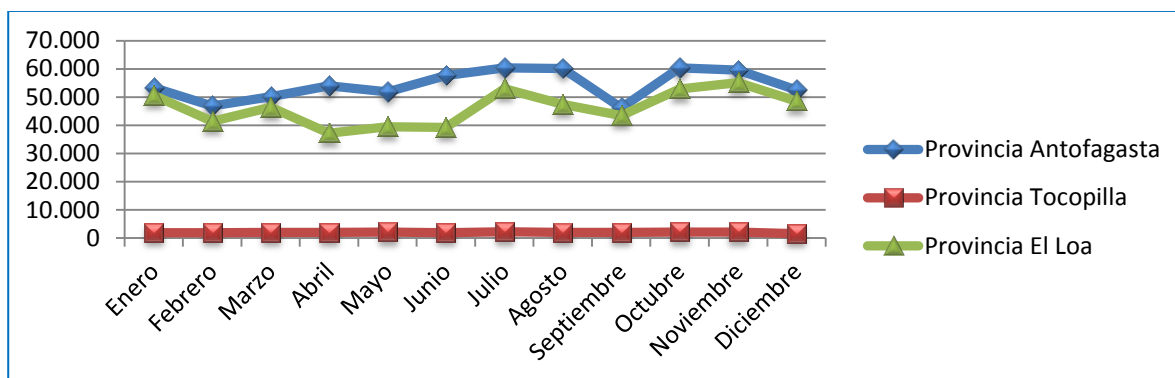
Figura 3-135: Llegadas totales a establecimientos de alojamiento turístico por mes en la Región de Antofagasta, según provincia, año 2013



Fuente: SERNATUR.

En cuanto a las pernoctaciones totales a los establecimientos de alojamiento turísticos, queda graficado en la Figura 3-136, en donde se muestra una amplia tendencia por la provincia de Antofagasta, seguida de cerca por la provincia de El Loa. La provincia de Tocopilla presenta un valor promedio de 2.000 pernoctaciones en los establecimientos de alojamiento turístico, muy por debajo de las otras 2 provincias de la Región.

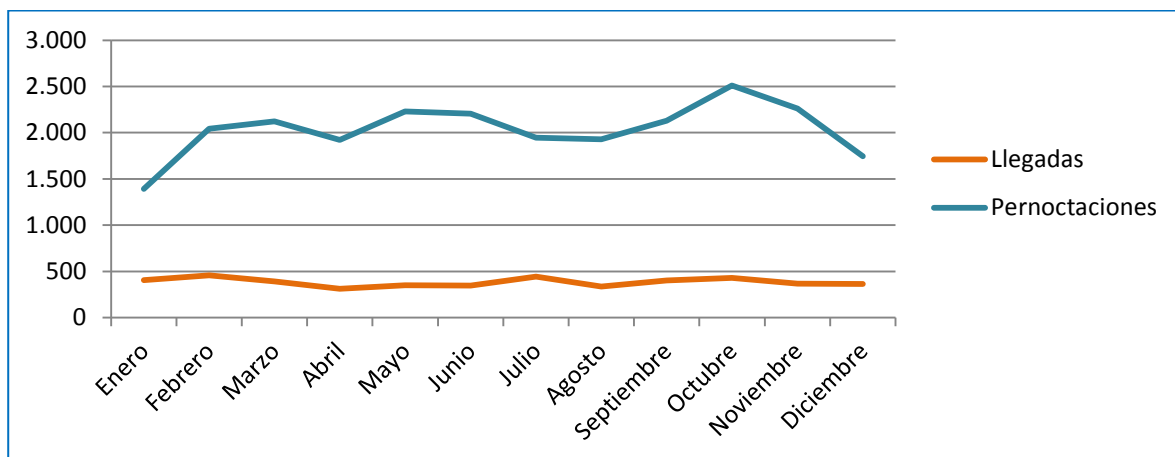
Figura 3-136: Pernoctaciones totales a los establecimientos de alojamiento turístico por mes en la Región de Antofagasta, según provincia, año 2013



Fuente: SERNATUR.

En cuanto a las comunas que son parte del área de estudio, María Elena y Sierra Gorda no presentan registros en establecimientos de alojamiento turístico, por lo que no hay datos disponibles de llegadas ni pernотaciones por el SERNATUR, mientras que la comuna de Mejillones presenta un bajo número comparado con las comunas de Antofagasta, Calama y San Pedro de Atacama, llegando a su máximo el mes de octubre con 2.512 en el año 2013.

Figura 3-137: Llegadas y pernотaciones a establecimientos de alojamiento turístico en la comuna de Mejillones, año 2013

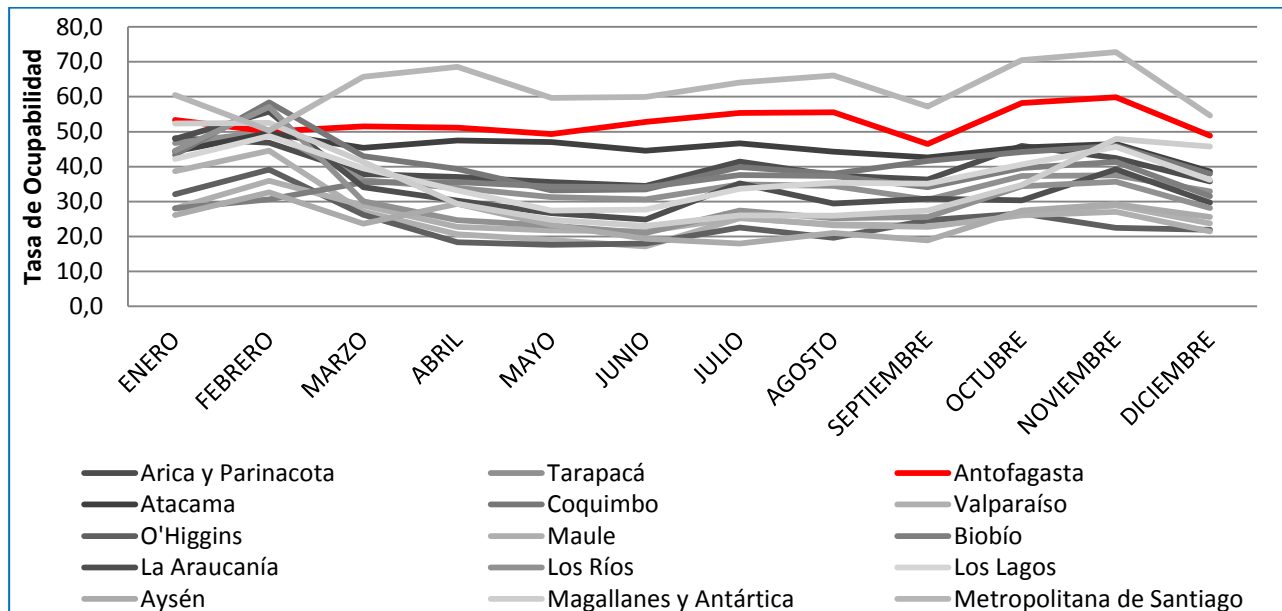


Fuente: SERNATUR.

La comuna de Mejillones lideró el crecimiento turístico regional el año 2013. De acuerdo a los datos aportados por SERNATUR en su última cuenta pública, la comuna tuvo un crecimiento de un 30% durante 2013 en la cantidad de turistas que la visitan, mientras que en segundo lugar quedó Taltal con un 24% de crecimiento.

Referente a la tasa de ocupabilidad de los establecimientos de alojamiento, la Región de Antofagasta presenta un alto porcentaje durante todo el año, ubicándose por debajo de la Región Metropolitana, como lo muestra la Figura 3-138.

Figura 3-138: Tasa de Ocupabilidad Regional, año 2013



Fuente: INE.

iv. Oferta turística comunal

a) Comuna de María Elena

La comuna de María Elena cuenta con solo 1 servicio de alojamientos según los datos inscritos en SERNATUR. Según este catastro la comuna cuenta con ningún tipo de servicios de alimentación ni operadores turísticos.

En relación a los operadores turísticos, dentro de la comuna no existen tours específicos que visiten el área de María Elena y sus alrededores. Sí existen algunos tours que pasan por esta zona (usando la Ruta 5 o la Ruta 24) que provienen de la Región de Arica y Parinacota, pasando por la Región de Tarapacá hasta la Región de Antofagasta, en tours que duran entre 5 a 15 días. Los puntos a visitar en esos recorridos son Arica, Putre, Parque Nacional Lauca, Salar de Surire, Parque Nacional Volcán Isluga, Colchane, Humberstone, Huara, Pica, Geoglifos de Pintados, Quillagua, San Pedro de Atacama, Calama, Lagunas Altiplánicas, Pukara de Quito, Valle de la Luna. Algunos de estos tours incluso parten desde Santiago.

Las agencias identificadas que realizan este tour por el Norte son:

- Raíces Andinas³²
- Ecotours Expeditions for Chile³³
- Parinacota Expediciones³⁴
- Mayuru Tour³⁵
- Lynn Tour³⁶

b) Comuna de Mejillones

Según los datos registrados por SERNATUR, Mejillones cuenta con 6 alojamientos turísticos, los cuales se mencionan en la tabla a continuación:

Tabla 3–122: Servicios de Alojamiento Turístico comuna de Mejillones

Nombre	Dirección	Clase o Tipo de Servicio
Alto del Sol Mejillones	Almte Juan Jose Latorre 838	Hotel
Apart Hotel Bahía	Covadonga 083	Apart Hotel
Apart Hotel Rapallo	Matias Causiño 068	Apart Hotel
Hotel Mejillones	Manuel Montt 086	Hotel
Hotel Hornitos	Ruta N° 1 Km 85 S/N	Complejo Turístico o Resort
Hotel Miramar	San Martín 650	Hotel

Fuente: www.sernatur.cl

c) Comuna de Sierra Gorda

La comuna de Sierra Gorda no cuenta servicios de alojamiento, según los datos registrados por SERNATUR. Sin embargo, se identifica una hostel ubicada en la calle principal de la ciudad, llamada “Hostal Sierra Gorda”.

3.13.4 Conclusiones

Las tres comunas en donde se emplaza el área de influencia del Proyecto presentan diversidad de atractivos, siendo el atractivo más cercano las Ruinas del Mineral de Plata de Caracoles, que es parte del Área Turística Prioritaria Pampa Salitrera, y se ubica al oriente del Sector Mina-Planta. En sí, no hay atractivos emplazados dentro de las áreas de intervención del Proyecto.

Cabe mencionar que de las tres comunas en estudio, sólo Mejillones y María Elena presentan actualmente equipamiento de alojamiento turístico registrados en los datos de SERNATUR.

³² <http://www.raicesandinas.com/index.php/es/destinos/tour-15-dias/73-atracciones-de-chile>

³³ <http://www.ecotourexpediciones.cl/es/tours-peru-bolivia/108-8-dias.html>

³⁴ <http://www.parinacotaexpediciones.cl/index.php/2013-05-25-02-54-08/tour-por-el-norte-chile-a-12-dias>

³⁵ <http://www.mayurutour.com/it/tours-norte-chile>

³⁶ <http://www.lynntourarica.cl/es-CL/programs/2/11/5-dias-4-noches-arica-putre-altiplano-lago-chungara-salar-de-surire-san-pedro-de-atacama->

En cuanto a las cifras de llegada y pernoctación, Mejillones, sin tener cifras importantes, sus datos han ido en aumento en los últimos años, según registros del SERNATUR. Sin embargo, esto no se vincularía con el área de emplazamiento del Proyecto.

En cuanto a la demanda propiamente tal, en la Región de Antofagasta se concentra mayoritariamente en la capital regional y San Pedro de Atacama. Las comunas en estudio, salvo Mejillones, presentan escaso equipamiento de alojamiento y servicios, y los visitantes solo se cruzan con el área del Proyecto en su paso hacia otros sectores con mayor actividad turística.

En cuanto a la actividad turística que se desarrolla de forma local, cabe destacar que la accesibilidad a la información para el turista es escasa, ya que ninguna de las municipalidades (Sierra Gorda, María Elena y Mejillones) posee un departamento de turismo como tal. La ciudad de Mejillones dispone de folletos para el visitante en la biblioteca municipal (lugar no generalmente visitado por turistas), y en María Elena el departamento de cultura se encuentra disponible para informar al visitante de los principales puntos de interés de la comuna, pero no tiene información para que los turistas se lleven consigo o datos de emprendimientos turísticos locales. Por otro lado, en el municipio de Sierra Gorda, ubicado en Baquedano, este tipo de información es prácticamente nula, encontrándose información relativa a la actividad turística sólo en la oficina del SERNATUR regional, ubicado en la ciudad de Antofagasta, la cual entrega información similar a la que se puede acceder en los portales web.

3.14. Uso del Territorio

3.14.1 Descripción de Uso de Suelo y de la Capacidad de Uso de Suelo

3.14.1.1 Introducción

En el presente acápite se entrega la caracterización de los componentes Uso de Suelo y Capacidad de Uso de Suelo, de acuerdo a lo establecido en la Ley N° 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente y el Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental modificado a través del D.S. N° 40/2012.

3.14.1.2 Metodología

i. Uso de Suelo

El uso de suelo puede ser definido como los diferentes usos que ser humano puede hacer de la tierra. Se utiliza como base de información para definir usos del suelo el “Catastro de Bosque Nativo” establecido por CONAF y CONAMA en 1999, que se encuentra actualizado para cada Región de manera digital en la página web de CONAF³⁷. Esta información es complementada con lo indicado para el componente Flora y Vegetación en el acápite 3.7.2 de la presente Línea de Base.

ii. Capacidad de Uso de Suelo

El sistema de Capacidad de Uso Suelo es una clasificación técnica que tiene como objetivo establecer las características relevantes de un suelo, permitiendo decidir la combinación de cultivos y prácticas de manejo que posibilitan el uso apropiado de la tierra.

Se utiliza como base de información para definir la capacidad de uso del suelo el estudio realizado por el componente Suelos en el acápite 3.7.1 de la presente Línea de Base.

3.14.1.3 Resultados

i. Uso de Suelo

En cuanto al uso de suelo se debe establecer que el área de instalación del Proyecto se ubica principalmente en zonas rurales donde no se identifican usos, sino mas bien, se identifican

³⁷ <http://sit.conaf.cl/>

coberturas de suelo, asociadas al *desierto andino* (parte oriente del Sector Mina-Planta), *desierto absoluto* (parte occidente del Sector Mina-Planta, tramo mayor del Sector Ductos), y al *desierto costero* (tramo final del Sector Ductos y Sector Muelle). Las categorías de desierto son aquellas definidas por Guajardo (1994), descritas en el acápite 3.7.2.3i Contexto Fitogeográfico del componente Flora y Vegetación.

El único uso de suelo presente para el área de emplazamiento del Proyecto es el uso industrial derivado de la actividad minera, lo que se manifiesta en el territorio con las obras existentes de Minera Centinela en el Sector Mina-Planta (rajo Esperanza y obras asociadas), Sector Ductos (ductos existentes y línea eléctrica de 110 kV) y el Sector Muelle (obras existentes del Muelle). Ese uso de suelo además incluye un red de caminos que dan acceso a las instalaciones.

Respecto a la cobertura de suelo, no se identifican coberturas asociadas a vegetación (formaciones o bosques), y el único cuerpo de agua presente es el Océano Pacífico.

ii. Capacidad de Uso de Suelo

Se establece según el estudio de Suelos (3.7.1.3ii) que el 100% del área de emplazamiento del Proyecto presenta capacidad de uso clase VIII. Estos suelos corresponden a terrazas litorales, planos aluviales, suelos coluviales y lomas o cerros.

3.14.1.4 Conclusiones

En cuanto a la situación del uso del suelo, se puede establecer que el único uso destacado en el área de instalación del Proyecto es el uso industrial, derivado de la actividad minera actualmente en desarrollo en el área.

En cuanto a la condición de la capacidad de uso del suelo, se establece que el área de instalación del Proyecto no presenta características para el desarrollo de actividades agrícolas, debido a que la clase dominante del suelo es clase VIII.

3.14.2 Instrumentos de Planificación Territorial

3.14.2.1 Introducción

En el presente acápite se entrega la caracterización del componente Instrumentos de Planificación Territorial (IPT), de acuerdo a lo establecido en la Ley N° 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente y el Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental modificado a través del D.S. N° 40/2012.

3.14.2.2 Metodología

Como primer paso metodológico está la búsqueda de toda la información pertinente a los instrumentos de planificación territorial según la información obtenida en los servicios e instituciones pertinentes (MINVU, municipalidades, Gobierno Regional).

Es necesario georreferenciar los instrumentos de planificación presentes en el área de influencia del Proyecto, con la finalidad de ver cuáles son las zonificaciones afectas, y posteriormente si dichas zonas son o no compatibles con el uso de suelo asociado al Proyecto.

3.14.2.3 Resultados

Los instrumentos de ordenamiento territorial que rigen las comunas y la región donde se emplaza el Proyecto, considerando sus lineamientos normativos generales, su expresión física en el territorio y su vigencia actual, se listan en la tabla a continuación.

Tabla 3–123: Instrumentos aplicables a las comunas donde se emplaza el Proyecto

Instrumento	Cobertura	Fecha publicación D.O.	Vigencia
Plan Regional de Desarrollo Urbano	Región de Antofagasta	10.06.2005	2005 en adelante
Plan Regulador Intercomunal	Tocopilla, Mejillones, Antofagasta y Tal Tal	16.12.2004	2004 en adelante
Plan Regulador Comunal	Sierra Gorda	29.06.2001	2001 en adelante
Plan Regulador Comunal	Mejillones	11.11.2000	2000 en adelante
Plan Seccional	Mejillones	08.04.2005	2005 en adelante
Plan Seccional	Mejillones	24.07.2006	2006 en adelante

Fuente: Observatorio Urbano, MINVU.

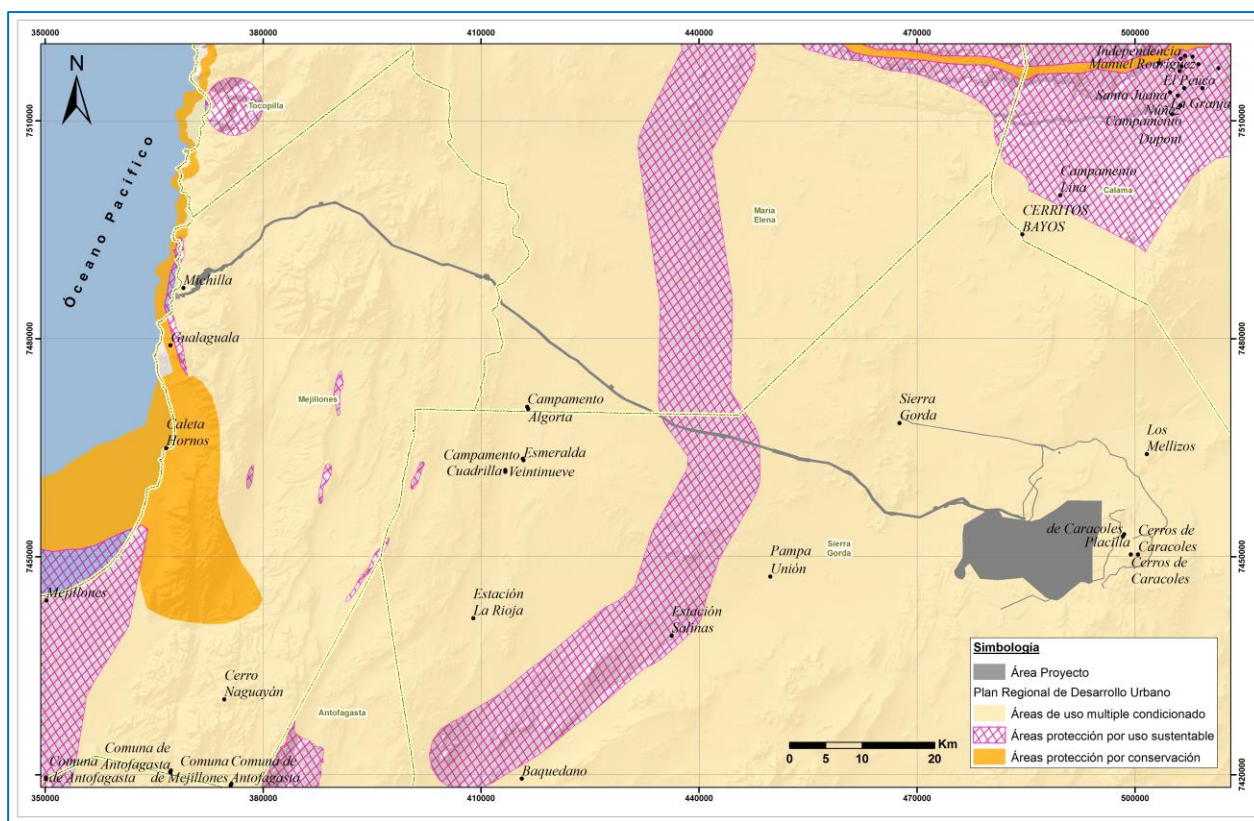
Cabe mencionar que a la fecha, la comuna de María Elena no cuenta con un Plan Regulador Comunal. El Proyecto, de todas formas, se emplaza lejos de los sectores poblados de la comuna.

a) Plan Regional de Desarrollo Urbano

El Plan Regional de Desarrollo Urbano (PRDU) tiene por objetivo delinear el desarrollo de los centros urbanos de la región, proponiendo y priorizando proyectos encaminados a fomentar dicho desarrollo.

El PRDU de Antofagasta se encuentra vigente desde el año 2005, y cuenta con una zonificación ambiental (Figura 3-139) y áreas de uso múltiple condicionado, que definen las condiciones del área en dónde se emplazarían las obras del Proyecto.

Figura 3-139: Zonificación Ambiental del Plan Regional de Desarrollo Urbano



Fuente: Elaboración propia en base a plano PRDU.

De acuerdo a la Figura 3-139, el Proyecto se localizará en su mayor parte, incluyendo la totalidad del Sector Mina-Planta, dentro de un Área de Uso Múltiple Condicionado. Según la definición incluida en el Plan, estas áreas presentan una aptitud ambiental para desarrollar un conjunto de actividades, aunque es posible excluir algunas en particular debido a las externalidades que estas puedan producir sobre una componente ambiental. Corresponde mencionar que parte del Sector Mina-Planta contiene obras existentes de Minera Centinela.

El Sector Ductos atraviesa un Área de Preservación por Uso Sustentable, que se forma entorno a la Ruta 5. Se entienden estas áreas como aquellas previstas para determinados usos o funciones de relevancia ambiental, las que deben ser mantenidas mediante un uso sustentable del territorio. Cabe destacar que el Sector Ductos se emplaza sobre terrenos donde ya existe infraestructura del mismo tipo, y no utiliza espacios de relevancia ambiental.

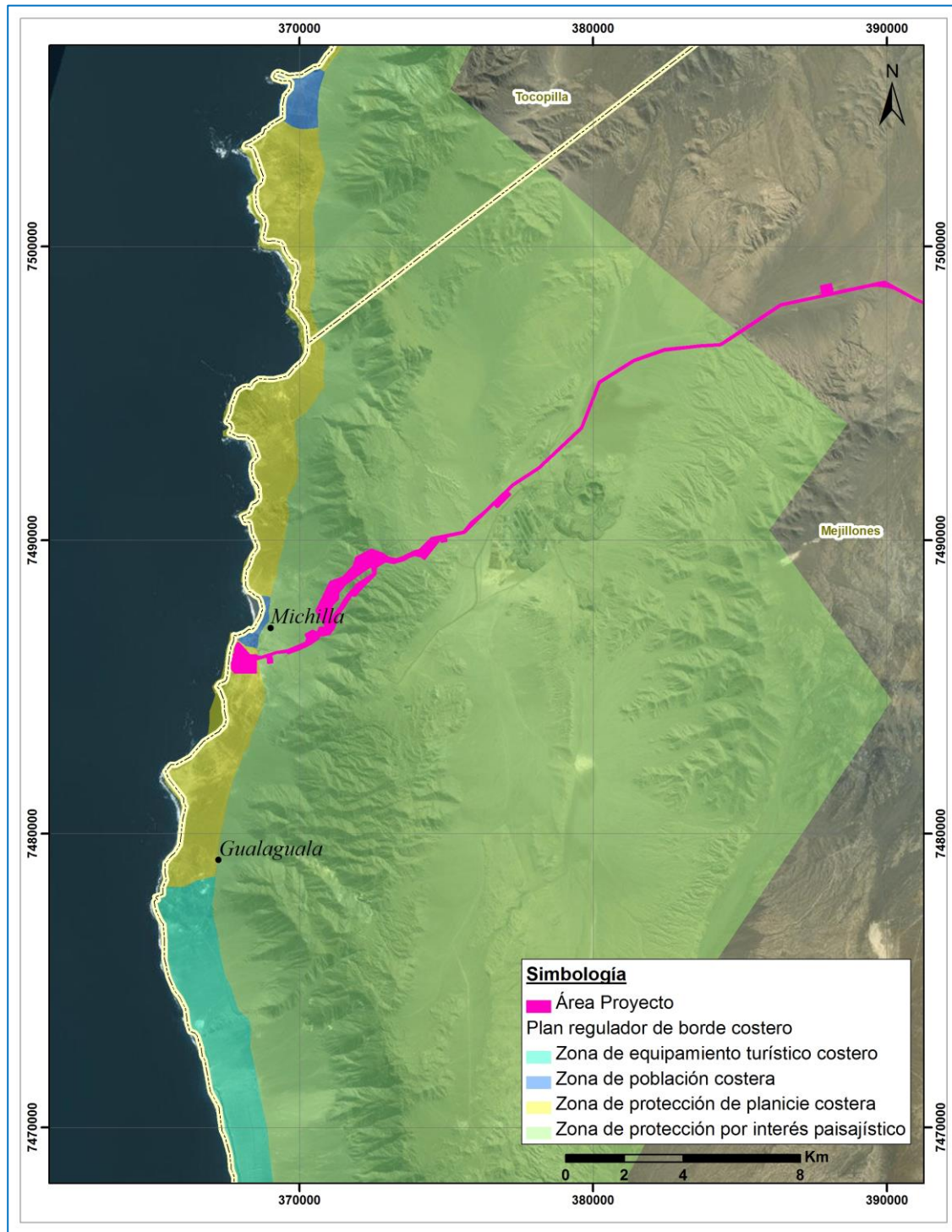
El Sector Muelle se emplaza sobre Áreas de Protección por Conservación (APPC). Se entienden estas áreas como aquellas 'áreas previstas en forma exclusiva para determinados usos o funciones de relevancia ambiental, de manera que quedan excluidos todos los demás usos o funciones que no sean compatibles con los usos o funciones prioritarios. El emplazamiento del Proyecto en esta zona, eso sí, es dentro del actual Muelle de Minera Centinela.

b) Plan Regulador Intercomunal del Borde Costero

El Plan Regulador Intercomunal de las Comunas Costeras de Tocopilla – Mejillones – Antofagasta – Tal Tal (PRIBC), aporta a los Planes Reguladores Comunales al considerar además de lo dispuesto dentro de los límites urbanos, las áreas rurales que componen el resto de la comuna, dentro de lo que corresponde al borde costero de la región.

Para el caso de este Proyecto, gran parte de los sectores se emplazan por fuera de la zonificación propuesta por este plan. Sin embargo, un tramo del Sector Ductos se encuentra dentro, específicamente por 10 kilómetros desde la línea de costa hacia el interior, los ductos se emplazarán sobre las zonificaciones Zona de Protección de Planicie Costera y Zona de Protección por Interés Paisajístico, como lo grafica la Figura 3-140. Se destaca que el Sector Ductos se emplaza en áreas donde ya hay instaladas el mismo tipo de obras. Con respecto al Sector Muelle, este se emplaza en la Zona de Protección de Planicie Costera, dentro del área portuaria de Minera Centinela.

Figura 3-140: Plan Regulador Intercomunal del Borde Costero



Fuente: Elaboración propia en base a plano PRIBC.

c) Plan Regulador Comunal de Sierra Gorda

De acuerdo al Plan Regulador Comunal (PRC) de Sierra Gorda, la parte occidental del Proyecto (Sector Mina-Planta y parte del Sector Ductos) se ubica en el sector rural de la comuna, es decir, fuera del límite urbano donde aplica la regulación del plan regulador.

Sin embargo, este plan incluye zonificaciones para el sector rural, identificando la zona AEC-1 o Zona de Riesgo Natural, que es la zona del territorio comunal que presenta vulnerabilidad para el asentamiento humano debido a procesos y fenómenos del medio físico. No se permite en esta zona la instalación de asentamiento humanos, sin perjuicio de la aplicación del artículo 55 de la LGUC junto a lo establecido en las Leyes N° 19.300, N° 20.417 y sus reglamentos pertinentes.

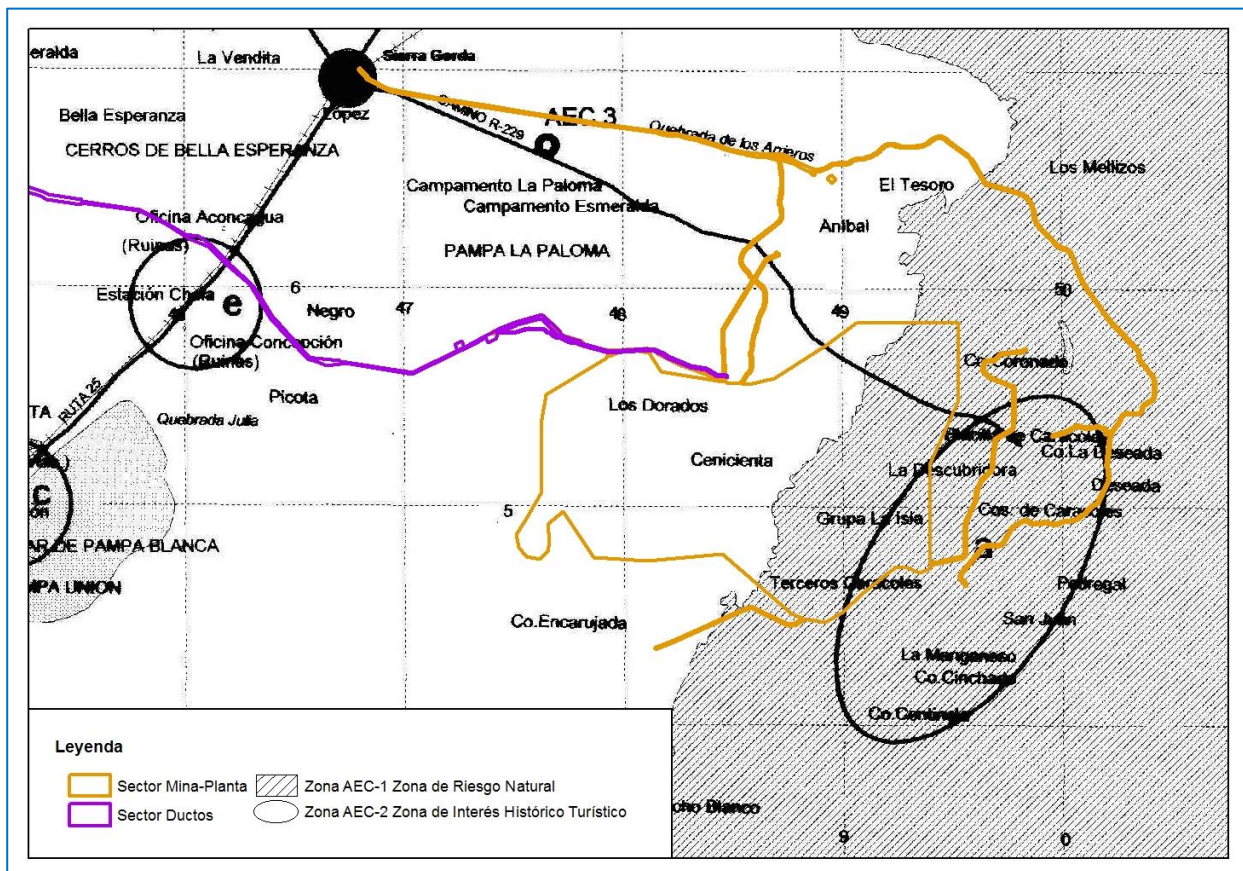
Además, se definen dos Zonas de Interés Histórico Turístico (AEC-2) que hacen aparición en el entorno del Proyecto:

- Área Especial Comunal Caracoles (AEC-2.a) definida como el área de una elipse de 18 km de diámetro en su eje mayor y 9 km en el eje menor, con centro en la cumbre más alta de los Cerros de Caracoles. La modificación de la Ruta B-229-233 entra al área, emplazándose sobre huellas existentes, así como el canal de contorno.
- Área Especial Comunal Estación Chela – Oficina Concepción (AEC-2.e), definida como un área de 6 km de diámetro con centro en la Estación Chela. El trazado de los ductos atraviesa esta área.

Las zonas que contienen sitios de interés histórico y turístico deben preservarse y restaurarse, pues forman parte del patrimonio nacional. En estas áreas se aplican las normas de subdivisión, edificación y otras contenidas en el artículo 17 de la misma ordenanza del PRC, que indica que los inmuebles y sectores de conservación histórica, de acuerdo a lo prescrito por el artículo 60, inciso 2º, de la LGUC y por el artículo 2.7.8 de la OGUC, los permisos para su rehabilitación, reconstrucción, demolición o modificación de cualquier índole, solo podrán ser otorgados por la DOM con la autorización previa de la SEREMI MINVU.

En la definición de estas zonas, se indica claramente que sin perjuicio de la materia que regula, en estas áreas podrán aplicarse las normas de subdivisión, edificación y otras contenidas en el artículo 17 de la misma ordenanza. Asimismo, permite la aplicación del artículo 55 de la LGUC junto a lo establecido en las Leyes N° 19.300, N° 20.417 y sus reglamentos pertinentes, y dado que el Proyecto tomará todas las medidas necesarias para evitar riegos y no afectará de ninguna manera el objeto de interés Histórico Turístico, podrá solicitar cambio de uso de suelo, previa evaluación ambiental.

Figura 3-141: Plan Regulador Comunal de Sierra Gorda



Fuente: Elaboración propia en base a plano PRC Sierra Gorda.

d) Plan Regulador Comunal del Puerto y Bahía de Mejillones

El Plan Regulador de la comuna de Mejillones se encuentra vigente desde el año 2000. En relación al Proyecto, no rige el área de ubicación de las obras, al encontrarse éstas muy por fuera del límite urbano comunal.

3.14.2.4 Conclusiones

Considerando la Región de Antofagasta y las tres comunas donde se emplaza el Proyecto, se identifican tres instrumentos de planificación territorial vigentes con zonificaciones definidas para áreas en donde se instalará el Proyecto. Esto es, el Plan Regional de Desarrollo Urbano, el Plan Regulador Intercomunal Costero, y el Plan Regulador Comunal de Sierra Gorda.

Destaca para todos los casos que el Proyecto se emplaza en su mayoría en terrenos que ya están intervenidos por la actividad minera e industrial, sin restricciones incompatibles al emplazamiento de obras.

3.14.3 Actividades Económicas y Productivas

3.14.3.1 Introducción

En el presente acápite se entrega la caracterización del componente Actividades Económicas y Productivas, de acuerdo a lo establecido en la Ley N° 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente y el Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental modificado a través del D.S. N° 40/2012.

3.14.3.2 Metodología

Para recabar información acerca de las actividades económicas presentes en el área de estudio, se realizó una búsqueda de información en los sitios electrónicos de las municipalidades de las comunas de Sierra Gorda, María Elena y Mejillones y del Gobierno Regional de Antofagasta, revisando las memorias explicativas de los instrumentos de planificación territorial y los planes de desarrollo locales.

3.14.3.3 Resultados

a) Actividades Económicas a escala regional

La actividad económica regional es fuertemente dependiente de la actividad minera, sector en que la Región aporta más del 60% del PIB de la minería nacional. La minería es el mayor sector económico, la primera fuente de trabajo y el principal consumidor de la industria, comercio y servicios regionales. La Región de Antofagasta concentra el 51% de la producción minera del país, incentivada con inversiones en tecnología e incremento de la producción en empresas productoras de cobre, litio, nitratos naturales y yodo; además de otros recursos mineros como el molibdeno, boratos y oro. En cuanto a volumen de minerales, la Región realiza un significativo aporte al total del país, con un 50% del cobre y un 100% de carbonato de litio, de salitre y de sulfato de sodio.

La gran minería del cobre está representada en la Región principalmente por el complejo minero de Codelco Norte: Chuquicamata, Radomiro Tomic, Ministro Hales y Gabriela Mistral. Otros grandes proyectos mineros son La Escondida, Spence, y Minera Centinela.

Al cobre le siguen otras producciones metálicas, tales como plata, molibdeno, oro y hierro. En el sector de la minería no metálica destaca el yodo, el cuarzo y los carbonatos de calcio.

Otro actor en la economía regional es el sector pesquero, con empresas que elaboran harina y aceite de pescado, pescado congelado, pescado en conservas y ahumado. También hay extracción y cultivo artificial de algas en el área de Mejillones y Taltal. Dentro de los recursos marinos se pueden nombrar las anchovetas, jurel, caballa, atún de aleta amarilla, congrio

colorado, congrio negro y merluza común. Entre los crustáceos y moluscos se pueden nombrar el langostino colorado, jaiba, chorito, loco almeja y la macha.

La agricultura es casi nula y se concentra en el altiplano para el consumo local, al igual que la ganadería. Esta última está representada por ovinos, porcinos, bovinos, caprinos, camélidos, asnales, caballares y mulares.

Los cultivos regionales son fundamentalmente destinados al forraje de animales, pues las aguas son en general salobres y no aptas para otros cultivos. En los oasis de agua dulce como Peine, Toconao y otros se cultivan hortalizas. Con respecto a las plantaciones frutales se concentra principalmente en manzanos, membrillos y perales; además esta las plantaciones de uva de mesa, naranjos, olivos, higueras, granados, ciruelo, tunas, entre otras.

Los cultivos tradicionales son escasos pero de destaca el trigo candeal, el trigo blanco, papa y maíz.

Según el Indicador de Actividad Económica Regional³⁸ (INACER) en el tercer trimestre del año 2013, la Región de Antofagasta presentó una variación negativa de 0,4% en doce meses, acumulando en el año un crecimiento de 3,6%. Esta variación está incida principalmente por el comportamiento que tuvo el sector Servicios Sociales, Personales y Comunes.

Otros sectores que incidieron negativamente fueron Transporte y Comunicaciones, Minería e Industria Manufacturera, explicados por la contracción de Transporte de carga terrestre, Minería metálica y Fabricación de otros productos minerales no metálicos respectivamente.

Por el contrario, el sector Electricidad, Gas y Agua (EGA) fue el que incidió positivamente en mayor cuantía, debido al crecimiento en doce meses que tuvo el subsector Electricidad.

b) Actividades Económicas a escala local

Comuna de Mejillones

Respecto de la situación del sector industrial en la comuna de Mejillones, lo primero que destaca es la ubicación estratégica de la comuna para el desarrollo de la actividad industrial. En efecto, Mejillones se encuentra cercana a zonas altamente pobladas (Antofagasta) y con una posición incomparable frente a su costa para el desarrollo portuario.

De acuerdo a la información municipal, dentro del sector industrial las micro y pequeñas empresas (MYPE) son las relevantes en el total de entidades industriales de la comuna, seguido de la minería (total), la pesca y la actividad portuaria. A pesar del peso relativo de la MYPE en el panorama comunal de entidades industriales, ellas participan con un 0.004% del

³⁸ http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/territorio/inacer/inacer.php

aporte de capital total generado en la comuna. Luego, la actividad más relevante en función del aporte de capital que realiza es la Minería con un 41,27 %. Siguiendo en orden de importancia, las industrias generadoras de energía (21,82%), y luego la industria de explosivos.

En cuanto a la actividad minera en Mejillones está caracterizada por dos grupos: Minería cuprífera y Minería No Ferrosa. La primera aporta un 42% de capital al desarrollo de la comuna mientras el segundo rubro aporta un 2,5% dado por la operación de Cementos Polpaico en el sector Industrial. En el rubro metálico, Minera Michilla representa la mayor concesión minera de la zona. Ésta se ubica al Norte de la bahía, camino a Hornitos.

María Elena³⁹

El campamento de María Elena, fundado el año 1926, posee un valor histórico reconocido dada su participación al contexto de “la extracción salitrera en la pampa de la regiones de Tarapacá y Antofagasta de Chile, que se inicia a principios de 1870, donde llegaron a existir trescientas plantas de elaboración con más de ochenta oficinas salitreras, impulsando la creación de infraestructura y campamentos alrededor del emplazamiento de estas industrias.”

En la actualidad María Elena se posiciona como el último centro Poblado de explotación del nitrato a nivel Mundial, bajo la particularidad de constituir un campamento minero privado, propiedad de SQM, que incorpora funciones de la administración estatal a través de presencia del Municipio Comunal.

La tecnificación de los procesos y labores mineras han logrado sostener el actual funcionamiento de las salitreras aunque teniendo como principal consecuencia la reducción de personal y desaparición de asentamientos Salitreros. Tal fue el caso de Pedro de Valdivia que en 1996 decretó el fin del asentamiento aunque manteniéndose hasta la actualidad la explotación minera.

La decisión de SQM de reducir y liberarse de gran parte de la administración del Campamento minero se posiciona como un desafío a la vez que una oportunidad para transformar la vocación funcional del María Elena posibilitando su permanencia en el tiempo de manera autónoma a la empresa.

Sierra Gorda

Las principales actividades económicas de la comuna de Sierra Gorda son la minería, la industria y el comercio.

³⁹ Pladeco María Elena 2009-2014.

Las principales operaciones y proyectos mineros en esta comuna, según alcance por ubicación, producción, horizonte, dotación y procesos:

- Lomas Bayas - Xstrata Cooper
- Gabriela Mistral - Codelco Chile
- Centinela – Antofagasta Minerals
- Spence - BHP Billiton
- Sierra Gorda SCM - KGHM Polska Miedz & Sunitomo Metal Mining

En cuanto a la industria, según información del Plan de Desarrollo Comunal de Sierra Gorda, se reportan 14 patentes industriales (al 2011), que según rubros se grafican a continuación.

Tabla 3–124: Patentes industriales por Rubro, al año 2011

Rubro	Cantidad
Minería	8
Fabricación Distribución Explosivos	2
Maquinaria Industrial	1
Almacenamiento y Distribución Gas	1
Transportes	1
Recauchajes	1
Total	14

Fuente: PLADECO de Sierra Gorda.

3.14.3.4 Conclusiones

Se puede indicar que la actividad minera es la principal actividad económica de la Región de Antofagasta. En este sentido, la Región es líder en la producción de cobre, molibdeno, apatita, carbonato y cloruro de litio, nitratos, sulfato de sodio anhídrico y yodo. La producción minera está destinada a la exportación y es desarrollada por grandes empresas privadas y una estatal (Codelco), con tecnología avanzada y altos niveles de productividad.

La actividad silvoagropecuaria es poco gravitante en términos regionales debido a la escasez de recursos hídricos y a la calidad de los suelos que son eminentemente salinos de gran aridez. Sin embargo, tiene una gran importancia para las comunidades de los valles y oasis del interior, lejos del área de instalación del Proyecto.

3.14.4 Infraestructura y Equipamiento

3.14.4.1 Introducción

En el presente acápite se entrega la caracterización del componente Infraestructura y Equipamiento, de acuerdo a lo establecido en la Ley N° 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente y el Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental modificado a través del D.S. N° 40/2012.

3.14.4.2 Metodología

i. Revisión de Fuentes Secundarias

Se procedió a la búsqueda de información relacionada con la infraestructura, el equipamiento y cualquier otra construcción relevante existente o planificada que pueda emplazarse dentro del área de influencia del Proyecto:

- Identificación y descripción de la infraestructura vial presente en el área de influencia, tanto vías principales como caminos secundarios y red local.
- Identificación de infraestructura energética presente en el área de influencia, considerando los tendidos eléctricos que pudiesen verse afectados con la ejecución del proyecto.
- Identificación de alcantarillados, obras de riego, drenaje, ductos, si es que corresponde.
- Identificación del equipamiento de salud presente en el área de influencia, accediendo a la información disponible de la red de establecimientos en la página web del Ministerio de Salud.
- Identificación de los establecimientos educacionales presentes en el área de influencia, accediendo a la información disponible en la página web del Ministerio de Educación.

ii. Campaña de Terreno

Se realizó una campaña de terreno en noviembre de 2014 para adquirir de forma directa la información necesaria para efectuar el presente trabajo.

- Catastrar en el área de influencia toda la infraestructura existente, para complementar así la información no encontrada en la etapa de gabinete o corroborar lo que se tiene.
- Catastrar en el área de influencia todo equipamiento educacional y de salud, además de equipamientos comunales de áreas verde, recreación, entre otros.

- Catastrar las viviendas y los establecimientos comerciales, de servicios e industriales presentes en el área de influencia. Identificando también el detalle de estos, como el tipo de establecimiento y características, si son permanentes o temporales, formales e informales.

iii. **Procesamiento de Datos**

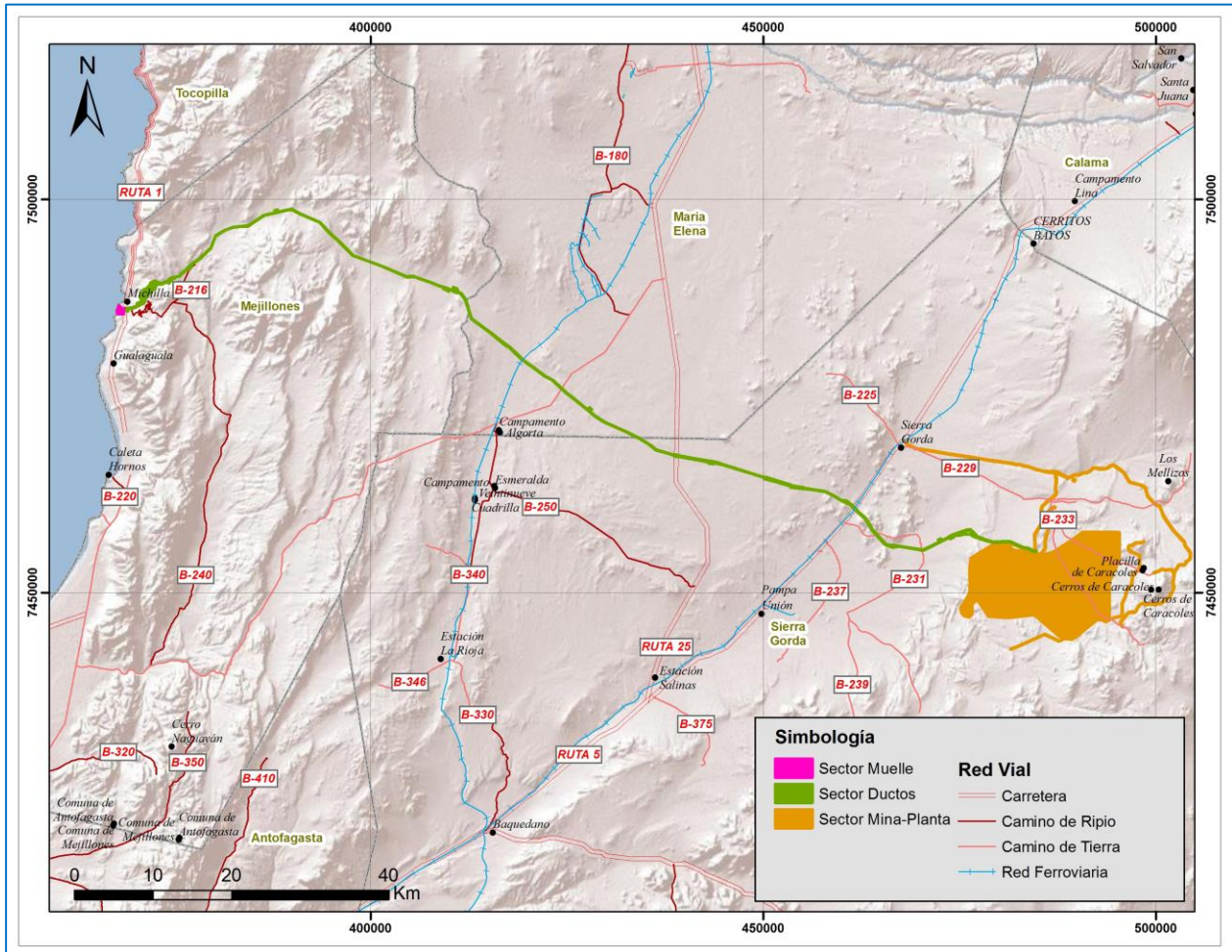
En esta etapa de trabajo se procede a sistematizar la información obtenida en las 2 etapas previas, de información recopilada en gabinete y de terreno, estableciendo una síntesis de la infraestructura y equipamiento presente actualmente en el área de influencia del Proyecto.

3.14.4.3 Resultados

i. **Infraestructura Vial**

La ruta importante más cercana al Sector Mina-Planta, es la Ruta 25, que conecta la localidad de Sierra Gorda con Calama hacia el Norte y con Baquedano y Antofagasta, por la Ruta 5, hacia el Sur. El Sector Ductos cruza la Ruta 25 y la Ruta 5 hasta llegar a la Ruta 1 en la costa de la comuna de Mejillones. El Sector Muelle, por su parte, se encuentra al Oeste de la Ruta 1, al Sur de la localidad de Michilla (Figura 3-142).

Figura 3-142: Red vial en el área del Proyecto



Fuente: Elaboración propia en base a Mapa Carretero del MOP.

Para acceder a las obras en el Sector Mina-Planta se utiliza principalmente el camino de acceso de Minera Centinela. Además, en este Sector se encuentran las rutas enroladas B-229 y B-233, y otras huellas existentes en el área (Figura 3-143).

Figura 3-143: Huellas presentes en el Sector Mina-Planta



Fuente: Registro fotográfico en terreno.

Con respecto al estado de las rutas, tanto la Ruta 1 como las Rutas 5 y 25 son carreteras pavimentadas de rápido movimiento vehicular. La Ruta B-216, por su parte, se encuentra ripiada y en buen estado, mientras que el camino que conecta la Ruta B-216 con la Ruta 5 es un camino de tierra en estado irregular, con un movimiento vehicular vinculado a la actividad minera del entorno. El resto de las rutas enroladas en el Sector Mina-Planta (B-229 y B-233), son caminos de tierra que se encuentran en buen estado (Tabla 3–125).

Tabla 3–125: Clasificación de la red vial en el área del Proyecto

Ruta	Tramo	Clasificación	Sector asociado
Ruta 5 Norte	Antofagasta – María Elena	Carretera pavimentada	Sector Ductos
Ruta 25	Carmen Alto – Calama	Carretera pavimentada	Sector Mina Planta y Ductos
Ruta 1	Antofagasta – Tocopilla	Carretera pavimentada	Sector Ductos y Muelle
Ruta B-216	Ruta 1 – Minera Michilla	Camino de ripio compactado	Sector Ductos
Camino minero	extensión Ruta B-216 a Ruta 5	Camino de tierra	Sector Ductos
Camino acceso Minera Centinela	Ruta 25 – Garitas de entrada	Camino de bichofita	Sector Mina-Planta
Ruta B-229	Ruta 25 – Placilla de Caracoles	Camino de tierra	Sector Mina-Planta
Ruta B-231	--	Camino de tierra	Sector Ductos
Ruta B-233	--	Camino de tierra	Sector Mina-Planta

ii. Vía Férrea

En la Región operan dos empresas privadas dedicadas al transporte de carga a través de vía ferroviaria, cuya fundación se vinculó en su época, a la demanda salitrera, y posteriormente, a la actividad minera.

- El **Ferrocarril Antofagasta a Bolivia (FCAB)** conecta los puertos de Mejillones y Antofagasta con el paso fronterizo de Ollagüe, desde donde continúa hasta la ciudad de La Paz, en Bolivia. Aunque dispone de una frecuencia semanal destinada al servicio de pasajeros entre Calama y Oruro, la principal actividad está orientada al transporte de ácido sulfúrico y cátodos de cobre.

Esta vía acompaña a la Rutas 5 y la Ruta 25 de forma paralela en el área del Proyecto (tramo Antofagasta – Calama), en dirección Noreste.

- El **Ferrocarril Longitudinal Norte (FFCC LONGINO)**, de propiedad de FERRONOR S.A., cuya red cubre todo el Norte del territorio nacional desde la ciudad de La Calera (Región de Valparaíso) hasta Iquique (Región de Tarapacá). Esta empresa presta servicios de carga a la minería y al sector energía, principalmente para el transporte de gas.

Esta vía cruza por Baquedano hacia la Oficina Pedro de Valdivia y María Elena, en dirección Norte.

Figura 3-144: Vía Férrea



Cruce ferroviario en salida Norte de Sierra Gorda



Estación ferroviaria en Baquedano

Fuente: Registro fotográfico en terreno.

iii. **Puertos y Aeropuertos**

La Región de Antofagasta dispone de dos aeropuertos, uno en la ciudad de Antofagasta y otro en la ciudad de Calama, para el transporte de carga y pasajeros. Ambos aeropuertos están administrados por la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC).

- Aeropuerto Cerro Moreno, Antofagasta
- Aerodromo El Loa, Calama

En cuanto a infraestructura portuaria, la Región de Antofagasta cuenta con puertos en las ciudades de Antofagasta, Mejillones y Tocopilla, cuyos movimientos están muy relacionados con las cargas de exportación de la Región, junto con atender cargas originadas y destinadas a países limítrofes.

- Puerto Antofagasta
- Puerto Tocopilla
- Puerto Angamos
- Puerto Mejillones
- Puerto Coloso
- Puerto SQM, Tocopilla

iv. **Infraestructura Energética**

A continuación se presentan las líneas de transmisión eléctrica de alta tensión existentes pertenecientes a Minera Centinela. (Figura 3-145).

- **Línea de Transmisión Eléctrica S/E Chacaya – Muelle Esperanza.** Consiste en un tendido eléctrico de 110 kV con una longitud de 70 km, desde la ciudad de Mejillones, siguiendo la Ruta 1, hasta la S/E Caleta Michilla, al interior del Muelle.

Línea vinculada en su tramo final al Muelle y parte del Sector Ductos.

- **Línea de Transmisión Eléctrica Muelle Esperanza – Estaciones de Bombeo.** Esta línea alimenta tres de las cuatro estaciones de bombeo del acueducto existente de Minera Centinela. Es una línea de 110 kV que traslada energía a estaciones desde la subestación al interior del Muelle.

Los ductos del Proyecto en este tramo se emplazan de forma medianamente paralela a esta línea.

- **Línea de Transmisión Eléctrica S/E Tesoro – S/E Esperanza.** Con una extensión de aproximadamente 13 km, posee una tensión nominal de 220 kV, y conecta la subestación Tesoro y la subestación Esperanza.
- **Línea de Transmisión Eléctrica S/E El Cobre – S/E Esperanza.** Es una línea de doble circuito que traslada 220 kV de tensión nominal a lo largo de 81,3 km de longitud, desde la subestación El Cobre, que se encuentra en el extremo Sur de la comuna de Sierra Gorda. Esta línea tiene el objetivo de alimentar con electricidad las principales instalaciones de la Minera Centinela.

Figura 3-145: Líneas eléctricas de Minera Centinela



S/E El Cobre – S/E Esperanza



S/E Tesoro – S/E Esperanza



S/E Mejillones – Muelle Esperanza



Muelle Esperanza – Estaciones de Bombeo

Fuente: Registro fotográfico en terreno.

Figura 3-146: Líneas eléctricas en la comuna de Sierra Gorda



Fuente: Registro fotográfico en terreno.

Por otro lado, dos líneas de transmisión cruzan el camino minero donde se emplaza el Sector Ductos, de Norte a Sur, a 24 km desde la Ruta 5 hacia el Oeste. Estas líneas pertenecen a los proyectos de las empresas E-CL S.A. (ex Edelnor) y Transelec S.A. (Figura 3-147).

- **Línea de Transmisión Eléctrica S/E Chacaya – S/E Crucero.** Línea de E-CL S.A. Esta es una línea de doble circuito, detensión nominal de 220 kV, y una capacidad para transportar 350 MVA por circuito, que recorre 152 km de longitud cruzando las comunas de María Elena, Mejillones y Sierra Gorda, conectando el complejo eléctrico Mejillones con el Sistema Interconectado del Norte Grande (SING).
- **Línea de Transmisión Eléctrica Central Atacama – Encuentro.** Línea de la empresa Transelec S.A. Corresponde a una línea eléctrica de alta tensión de doble circuito, de 220 kV, capacitada para transportar una potencia de 750 MW, uniendo la subestación de la Central Térmica Atacama en la comuna de Mejillones con las subestación Encuentro, localizada en las comunas María Elena, respectivamente, completando una extensión aproximada de 154 km.

Figura 3-147: Líneas eléctricas que cruzan el Sector Ductos



Fuente: Registro fotográfico en terreno.

Cabe destacar que existen también trazados de líneas eléctricas de bajo voltaje para consumo urbano, en la localidad de Sierra Gorda y Michilla.

v. **Infraestructura Sanitaria**

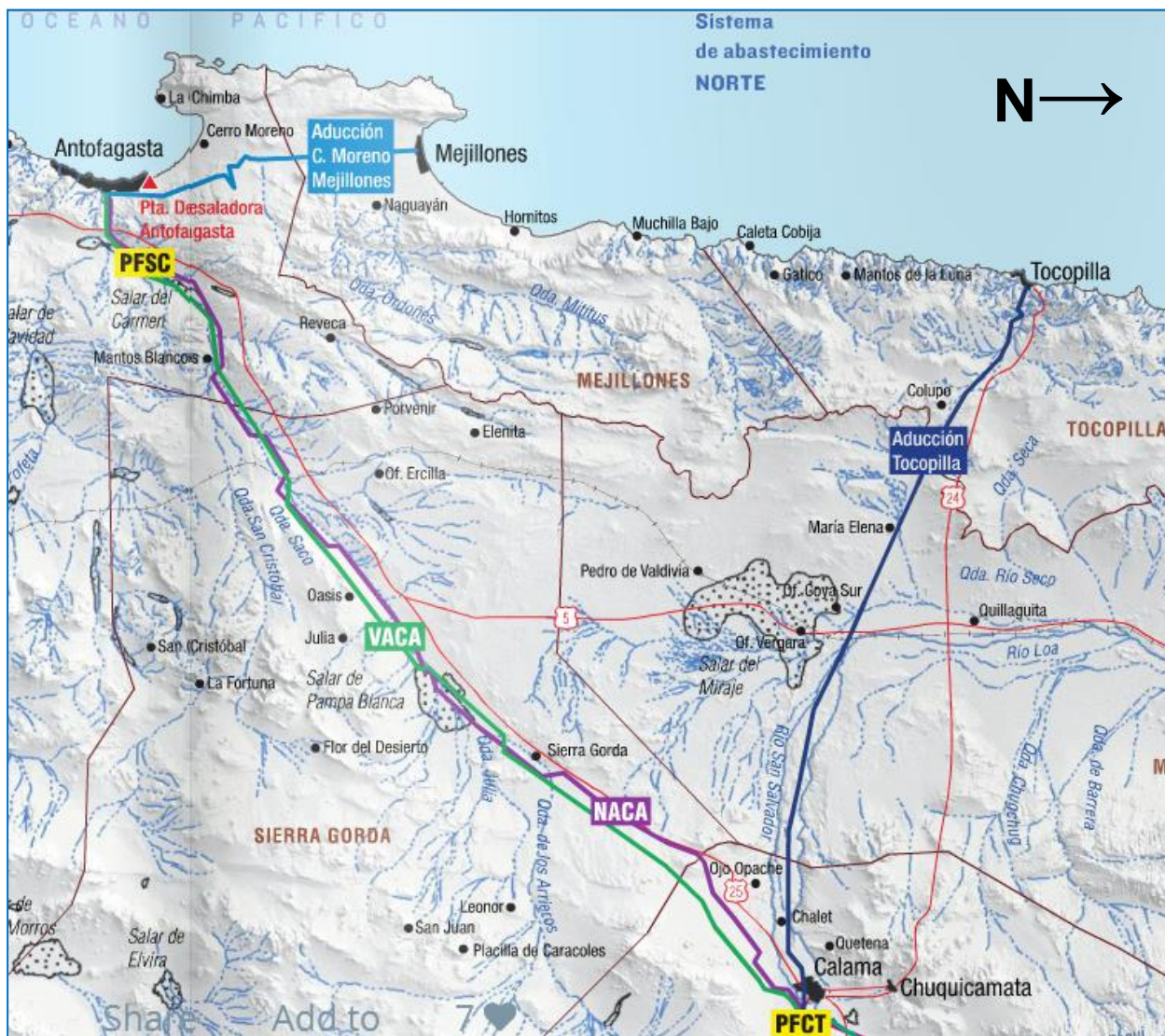
En cuanto a la disponibilidad de agua potable, en la Región de Antofagasta funciona la empresa Aguas Antofagasta S.A., que cuenta con dos sistemas de abastecimiento de agua potable, uno denominado Sistema Norte que cubre Antofagasta, Calama, Tocopilla, Sierra Gorda y Mejillones y el otro denominado Sistema Sur que cubre la comuna de Taltal.

El sistema Norte corresponde, al conjunto de obras de captación, conducción, tratamiento, almacenamiento y distribución, obteniendo las aguas superficiales provenientes de los sectores de Lequena, Quinchamale y Toconce ubicadas en la zona alta de la Hoya del río Loa y captan aguas crudas de los ríos Toconce y Loa, aguas que son conducidas a la Planta de Tratamiento del Cerro Topater en Calama.

Aguas Antofagasta S.A. cuenta, con derechos de aprovechamiento de las aguas del río Loa, los que pueden ser extraídos en la captación superficial situada en el río Loa, en el sector Puente Negro, aguas que son impulsadas, a la Planta de Tratamiento del Cerro Topater en Calama, específicamente al estanque de mezcla.

Desde el estanque de mezcla, parte de las aguas crudas, son entregadas a la Planta de Tratamiento del Cerro Topater (PFCT) y el resto es transportada por dos aducciones desde Calama a Antofagasta conocidas como, nueva aducción (NACA) y vieja aducción (VACA), las que conducen las aguas crudas, hasta las Plantas de Tratamiento de agua potable denominada, Salar del Carmen (PFSC). Estas aducciones se ubican de manera paralela a la Ruta 25, las cuales tienen 12 metros de faja, 6 a cada lado del eje de la aducción.

Figura 3-148: Sistemas de abastecimiento de agua potable en el área de estudio



Fuente: Historia del agua en el desierto más árido del mundo, editorial Matte, mayo 2011.

vi. Equipamiento educacional

En las comunas de Sierra Gorda, María Elena y Mejillones se localizan los siguientes establecimientos educacionales.

Tabla 3-126: Establecimientos Educacionales en el área de estudio

Comuna	Nombre establecimiento	Dependencia
Mejillones	Complejo Educativo Juan José Latorre Benavent	Municipal
	Escuela Básica Julia Herrera Varas	Municipal

Comuna	Nombre establecimiento	Dependencia
	Escuela Lucila Godoy Alcayala	Municipal
	Escuela Mejillones	Municipal
María Elena	Escuela Arturo Perez Canto	Municipal
	Escuela Ignacio Carrera Pinto	Municipal
Sierra Gorda	Escuela Caracoles	Municipal
	Escuela Estación Baquedano	Municipal

Fuente: www.mime.mineduc.cl

Son un total de 8 establecimientos educacionales en las tres comunas, todos de dependencia municipal. Ninguno de ellos está emplazado cerca del área del Proyecto.

vii. Equipamiento de salud

En cuanto al equipamiento de salud existente actualmente, en las comunas de Sierra Gorda, María Elena y Mejillones pueden mencionarse los siguientes establecimientos.

Tabla 3–127: Establecimientos de Salud en el área de estudio

Comuna	Nombre establecimiento	Dirección
Mejillones	Hospital de Mejillones	Avda. Bernardo O'Higgins N° 541
Sierra Gorda	Posta de Salud Rural Baquedano	Salvador Allende 112, Aldea de Baquedano
	Posta de Salud Rural Sierra Gorda	Salvador Allende 211, Aldea de Sierra Gorda
María Elena	Consultorio María Elena	Diego de Almagro N° S/N
	Posta de Salud Rural Quillagua (María Elena)	El Loa N° S/N, Caserío de Quillagua

Fuente: <http://intradeis.minsal.cl/Mapas/>

Son un total de 5 establecimientos de salud en las tres comunas. Ninguno de ellos está emplazado cerca del área del Proyecto.

3.14.4.4 Conclusiones

En el área de influencia destaca la escasa infraestructura y equipamiento, el área de emplazamiento del Proyecto es un área alejada de los espacios urbanos de las comunas de Sierra Gorda, María Elena y Mejillones. En este sentido, no se identifican equipamientos de importancia social como lo son los equipamientos de salud y educación.

Cabe mencionar que dentro del área de emplazamiento del Proyecto se reconocen rutas importantes como la rutas 5, 1 y 25, por las cuales se accederá al Proyecto en sus distintos sectores. También en torno al Proyecto se emplaza la línea férrea y existen diversos tendidos eléctricos.

La ubicación del Proyecto en áreas rurales determina en gran medida la inexistencia de grandes construcciones de infraestructura y equipamiento cercanas o en el área de influencia.

3.15. Medio Humano

3.15.1 Introducción

En el presente acápite se entrega la caracterización del componente Medio Humano, de acuerdo a lo establecido en el Artículo 11 de la Ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente, Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental referido a los sistemas de vida y costumbres de los grupos humanos, y sus modificaciones en 2012 a través del Decreto N° 40 del Ministerio del Medio Ambiente que aprueba el nuevo reglamento.

El objetivo principal es caracterizar y describir las cinco dimensiones del medio humano en el área de influencia del Proyecto referido, en base a lo estipulado en el Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental, utilizando tanto fuentes primarias como secundarias de información.

3.15.2 Metodología

Para la elaboración de la Línea de Base del Medio Humano se han considerado las dimensiones recomendadas por la autoridad ambiental orientadas a evaluar la alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de los grupos humanos. Estas dimensiones dicen relación con las características básicas de la población, su composición, proyecciones y tendencias, así como sus condiciones de vivienda, educación y salud. Adicionalmente, se consideran variables asociadas tanto con las actividades económicas predominantes como con la identidad local, usos y prácticas de la población asentada en el área de influencia del Proyecto.

Además se diseñó una metodología cualitativa que a partir de los antecedentes expuestos fuera capaz de aproximarse a la realidad local a partir de: (i) fuentes secundarias; y (ii) fuentes primarias basándose en el trabajo de campo y en la realización de entrevistas semiestructuradas a actores clave fundamentalmente.

Todo lo anterior se complementa con el empleo de herramientas cuantitativas a través del software Redatam® + G4, con el cual se procesó información relevante respecto de las áreas de influencia del Proyecto a partir de datos del Censo de Población y Vivienda de 2002 del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), a la vez que se usó diversa bibliografía para poder complementar la información recogida en el trabajo de campo en el área de influencia del Proyecto.

Cabe señalar que el nivel de detalle necesario para caracterizar cuantitativamente las entidades pobladas definidas en el área de influencia, es entregado por los Censos de Población y Vivienda elaborados por el INE. Es necesario consignar en este punto que a la fecha de

redacción del presente documento, no se encuentran liberadas las bases de datos del Censo aplicado el año 2012, por lo que no se cuenta con información actualizada a este nivel de requerimiento.

Por tanto, si bien existen proyecciones de población, éstas sólo están disponibles a nivel regional y nivel comunal, pero no a nivel de localidades, por lo que se entregará la mejor información oficial disponible dependiendo de cada unidad territorial, incluyendo proyecciones de población del INE y resultados de la Encuesta de Caracterización Socioeconómica (CASEN) del año 2011 a nivel comunal, e información recopilada directamente en el campo a escala local

Técnicas de Recopilación de Información

Los instrumentos de recopilación de información en terreno se enmarcan dentro de la metodología cualitativa y se desarrollaron directamente en el trabajo de campo realizado, considerando principalmente la técnica de entrevistas semi-estructuradas con actores clave de la población local, utilizada con cada uno de los grupos humanos individualizados, y la observación etnográfica con énfasis en los sectores poblados categorizados como parte del área de influencia del proyecto, además de la revisión de distintas fuentes de información secundarias del tipo bibliográfica y documentales, empleando información cualitativa y cuantitativa que se expresa a través de datos históricos y relatos escritos de la conformación identitaria, económica y social local; y del manejo de datos censales, administrativos comunales u otros, los cuales ponen en relieve la caracterización general del área de influencia del proyecto, además de la revisión de cartografía atingente.

Campañas de terreno

Para el año 2014 se realizaron un total de cuatro (4) campañas de terreno con un total de doce (12) días de trabajo efectivo, con la finalidad de realizar el trabajo de levantamiento de información del medio humano en el área de influencia y según la metodología propuesta. Las fechas de las campañas de terreno fueron las siguientes:

Tabla 3–128: Campañas de terreno Medio Humano 2014

Fecha Inicio	Fecha Término
29-07-14	31-07-14
13-08-14	14-08-14
24-11-14	27-11-14
13-12-14	15-12-14

Fuente: Elaboración propia.

3.15.3 Resultados

En el Anexo 3-13 se presenta la caracterización comunal de Sierra Gorda, María Elena y Mejillones. Con lo que respecta al área de influencia identificada para el componente Medio Humano, corresponde a las aldeas de Sierra Gorda (comuna Sierra Gorda) y Michilla (comuna Mejillones). Es necesario señalar que en la comuna de María Elena no se encuentran sitios poblados susceptibles de afectación por la acción de obras y partes del Proyecto, por lo que no se incluye ninguna localidad o asentamiento humano como parte del área de influencia del Proyecto.

3.15.3.1 Comuna de Sierra Gorda – Localidad de Sierra Gorda

La caracterización comunal de Sierra Gorda se presenta en el Anexo 3-13. A continuación se presenta una contextualización referencial que otorga el marco territorial político administrativo en el cual se inserta la localidad de Sierra Gorda, considerada como parte del área de influencia del Proyecto, así como una caracterización específica de dicha localidad.

i. Dimensión Geográfica

a) Ubicación

La localidad de Sierra Gorda, emplazada sobre el eje de la Ruta 25, se compone de aproximadamente 20 manzanas y aproximadamente 170 viviendas, en la ruta que une Antofagasta con Calama en dirección Sur-Norte, a 67 kilómetros al Sur de la ciudad de Calama y a 147 kilómetros al Norte de la capital regional Antofagasta.

Fundada hace 119 años, producto de la explotación de la mina de Plata Caracoles, se ubica geográficamente al Norte de la capital comunal, Baquedano, y es uno de los dos centros poblados de carácter permanente de la comuna.

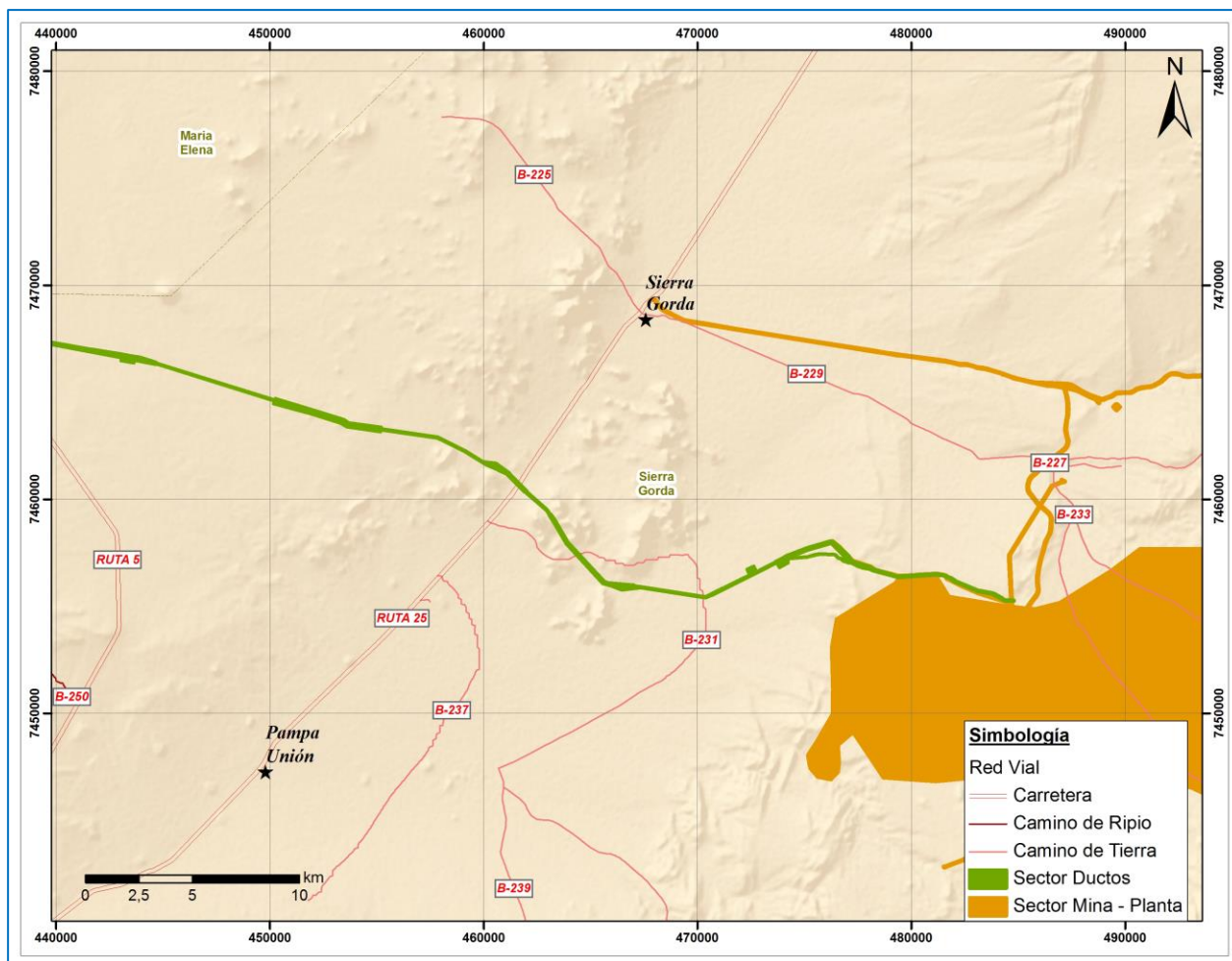
Respecto de la división censal, aledaña a la localidad se identifican 14 áreas rurales las que componen el distrito censal denominado Pampa Unión, que a su vez contiene a la localidad de Sierra Gorda; estas entidades (las que para el censo pueden ser catalogados según su jerarquía como: aldeas, caseríos, asentamientos mineros, parcela-hijuela, parcela de agrado, comunidad indígena, comunidad agrícola, campamento, veranada-majada-aguada) son: (i) Caracoles; (ii) Cerro Coronado; (iii) Chacabuco; (iv) El Oasis; (v) El Tesoro; (vi) Ada uno; (vii) Ada dos; (viii) Cerritos Bayos; (ix) Cerro Dominador; (x) Elena Diez; (xi) Eliana Veintiuno; (xii) Estanque Essan; (xiii) Planta de Trasbasije FFCC; (xiv) Proyecto Catalina.

b) Red Vial

Sierra Gorda (localidad) cuenta con la segunda vía más importante de la comuna, vale decir la Ruta 25, como eje estructurante del entramado urbano dividiendo la localidad en dos y

conectando a la localidad con la Provincia del Loa hacia el Norte. Cabe destacar que en el tramo que comprende el atraveso de Sierra Gorda (700 metros aproximadamente), la Ruta 25 adopta el nombre de Avenida Salvador Allende.

Figura 3-149: Red vial localidad de Sierra Gorda



Fuente: Elaboración propia.

Como se señaló en la caracterización comunal (Anexo 3-13), en la Región de Antofagasta se está ejecutando una concesión vial que busca mejorar el estándar y la seguridad a través de la ampliación a doble calzada de las dos rutas principales de la región, tales como la Ruta 1 (eje vial costero que une a la ciudad de Iquique por el Norte con la de Antofagasta por el Sur) y la Ruta 5.

El proyecto denominado “Concesión Vial Autopistas de la Región de Antofagasta” fue elaborado por el Ministerio de Obras Publicas y adjudicado a la empresa Sociedad Concesionaria

Autopistas de Antofagasta S.A. a través del Decreto Supremo MOP N° 137 del 15-02-2010, con un plazo de concesión de 245 meses (20 años 5 meses), y cuya fecha de término está fijada para el 06-09-2030.

En lo que respecta a la comuna de Sierra Gorda, el Ministerio de Obras Públicas elaboró el proyecto denominado “Concesión Vial Rutas del Loa” y que fue adjudicado al grupo licitante Consorcio Vial Alto-Andino a través del Decreto Supremo MOP N° 249 del 28-04-2014, con un plazo de concesión de 420 meses (35 años), y que considera el mejoramiento y ampliación de doble calzada de la Ruta 25 entre el enlace Carmen Alto y el empalme con la Avenida Balmaceda de Calama, al Norte de la rotonda de acceso Sur a dicha ciudad. Así, “este proyecto incluye la construcción de la Circunvalación Oriente a Calama, desde el enlace con Ruta 25, hasta la conexión con la Ruta 24 oriente, conectando las Rutas 24 (oriente y poniente), 21, 23 y 25”⁴⁰. Este proyecto aún no es ejecutado en el tramo correspondiente a la localidad de Sierra Gorda a fecha de diciembre de 2014, sin embargo, y según antecedentes recogidos en terreno con el Jefe de la Secretaria de Planificación Comunal de Sierra Gorda, el Municipio tiene la intención de modificar el trazado actual propuesto por el MOP, para de esta forma, no limitar el espacio de ampliación urbana de la localidad de Sierra Gorda, la que está proyectada hacia el Este del actual emplazamiento de la localidad.

c) Transporte

El sistema transporte en la localidad de Sierra Gorda es principalmente terrestre a través de vehículos particulares, taxis colectivos y buses interurbanos. La Red de Transporte Terrestre de la comuna cuenta con 3 sucursales de buses interurbanos de transporte de pasajeros y 2 empresas locales de transporte de carga, los buses interurbanos cobran \$2.000 por pasaje a la ciudad de Calama y \$5.000 por pasaje a la ciudad de Antofagasta, con salidas cada una hora. No existen empresas de arriendo de vehículos, asociaciones de taxis colectivos, ni de buses urbanos, y tampoco infraestructura para el Transporte Aéreo.

La localidad de Sierra Gorda, actúa en la actualidad como un importante sitio de paso para los servicios de buses que viajan entre Calama y Antofagasta y Arica, así como de una plaza para el arribo y salida de pasajeros provenientes de las grandes mineras que movilizan a una significativa cantidad de personas; en este sentido la conectividad de la localidad se ha visto incrementada de manera exponencial, siendo algo normal, para la cotidianidad de la vida en el

⁴⁰ Ministerio de Obras Públicas (2014). “Adjudica contrato de Concesión para la ejecución, reparación, conservación y explotación de la obra pública fiscal denominada ‘Concesión Vial Rutas del Loa’”. Recuperada el 03 de diciembre de 2014, del sitio web de la *Biblioteca del Congreso Nacional*: <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1061626&idParte=&idVersion=2014-04-28>

poblado, el observar a una gran cantidad de personas esperando por los buses que conecten a Sierra Gorda ya sea con Calama o con Antofagasta.

Con todo, actualmente Sierra Gorda no cuenta con un Terminal de Pasajeros que cobije a los pasajeros a la espera de ser transportados a destino, lo que produce un constante movimiento y pulular de personas en el área urbana de la localidad. Esta situación ha producido la necesidad, por parte de la municipalidad, de gestionar un proyecto de construcción de un Terminal de Pasajeros, en los cuales se pueda satisfacer la demanda de este servicio; este proyecto implicaría la extensión de la localidad hacia el Sur.

d) Uso del territorio

Si se considera que grandes proyectos mineros se han instalado en las medianías de la localidad de Sierra Gorda (Centinela, Spence, SCM) desde el año 2006 en adelante, determinando el uso del territorio de la localidad de forma exclusiva hacia la minería, este hecho no ha significado un cambio sustancial en la planta y entramado urbano de la localidad a pesar de que Sierra Gorda ha sido un receptor importante de población flotante y trabajadores asociados a estos proyectos en la comuna y la región.

Según datos recogidos en las campañas de terreno en entrevistas con los directores municipales encargados de la planificación territorial comunal, sólo recién en el año 2015 se iniciará el proyecto de construcción de una población nueva, compuesta de 60 viviendas sociales emplazadas en un territorio de 14.500 m², que abriría la localidad de Sierra Gorda hacia el oriente y que paliaría en parte el problema de hacinamiento que actualmente es posible observar en la localidad debido a la imposibilidad de que las nuevas familias que se conforman en Sierra Gorda puedan optar a un arriendo o vivienda propia dado los elevados costos que éstas pueden alcanzar, debido a que este mercado se orienta exclusivamente hacia empresas ligadas a la minería que requieran alojar a sus trabajadores en la localidad, lo que provoca que un arriendo pueda elevarse sobre el millón de pesos mensuales. Esta situación ha provocado que las familias o personas de Sierra Gorda dejen la localidad migrando hacia Baquedano, Antofagasta, Calama u otras regiones del Sur del país.

ii. Dimensión Demográfica

a) Población

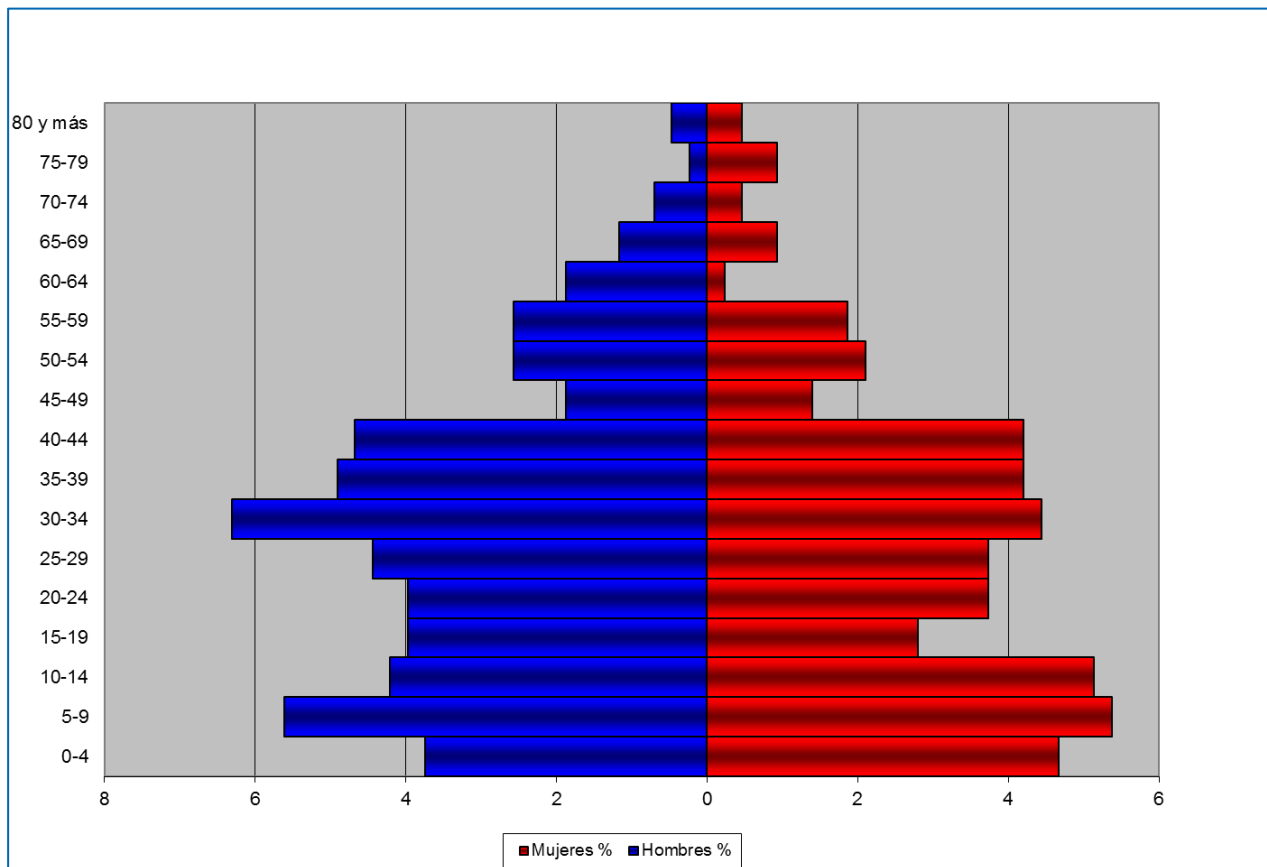
Los datos del Censo de Población y Vivienda del año 2002 mostraban que la localidad de Sierra Gorda tenía una población de 428 personas, siendo 228 de ellas hombres (53,2%) y 200 mujeres (46,7%), por lo que se evidenciaba un índice de masculinidad de 114, lo cual indicaba que por cada 100 mujeres hay 114 hombres a nivel local, cifra que superaba el índice provincial (108,44), regional (107,71), y en mayor medida el índice a nivel nacional (97,1). Lo anterior da cuenta de la composición demográfica de la comuna al año 2002 que estaba fuertemente

determinada por las operaciones mineras que en ella se desarrollaban, y donde la oferta de trabajo estaba y sigue actualmente orientada mayoritariamente a los hombres.

En lo que respecta a la estructura de edad de la población, la mayor parte de la población de 2002 se encontraba en edad productiva. Así, un 36,9% de la población está en el rango de edad entre 25 y 44 años, lo que es posible relacionar con los requerimientos de trabajadores para las actividades productivas que se desarrollan en la zona.

En relación a lo anterior, la información sobre sexo por grupos de edad quinquenales mostraba que los grupos de edad entre 0 y 14 años presentaban una cierta paridad entre el número de hombres y mujeres. A partir de los 15 años la proporción de hombres es superior a la de mujeres, lo que se relaciona con el desarrollo de actividades ligadas a las operaciones mineras en la zona, las cuales necesitan de mano de obra preferentemente masculina. Dicha tendencia es paulatinamente menor a medida que aumenta la edad, lo que se ejemplifica en los grupos de edades quinquenales desde los 70 años sin embargo la brecha entre hombres y mujeres sigue la tendencia de la pirámide donde es posible encontrar mayor cantidad de personas de sexo masculino. Con todo y a modo de ejemplificar de mejor manera la importancia de las actividades mineras en el comportamiento demográfico de Sierra Gorda, se puede consignar que entre el tramo de edad que va desde los 15 a 64 años el índice de masculinidad llega a 129,2 (129 hombres por cada 100 mujeres) lo que es notoriamente mayor que el índice de masculinidad de 114 que presenta la localidad si se considera a la totalidad de la población de la población.

Figura 3-150: Pirámide de población por grupos de edad y sexo, Localidad de Sierra Gorda



Fuente: Censo de Población y Vivienda 2002, INE.

La información relativa al índice de Sundbarg, que muestra la composición demográfica de una población tomando como base para el análisis al grupo que va entre 15 y 49 años y lo compara con los grupos correspondientes a los menores de 15 años y con el de 50 años y más respectivamente; para así definir el carácter de esta; dando un valor para el primer grupo (de 15 a 49 años) de 52,6 y para el segundo (50 años y más) de 30,3 por lo que se trataba de una población Progresiva al año 2002.

Al complementar la información piramidal con el índice de Fritzt, el cual permite definir si la composición demográfica de un lugar está definida por población de tipo joven, madura o vieja; se calculó un valor de 110,9; es decir, se trataba de una población joven, en progresión hacia el envejecimiento.

En lo que respecta a la la tasa de envejecimiento de la localidad de Sierra Gorda, entendida como el grado de envejecimiento de la población, era de 5,9. Es decir, había dicha cantidad

personas mayores de 65 años por cada 100 habitantes. Es posible agregar que la población joven tenía una tasa de 28,7 y la población adulta una tasa de 65,9.

De este modo, la pirámide de población correspondiente a la localidad de Sierra Gorda se encuentra cargada a su eje izquierdo en el tramo quinquenal que va desde los 30 a 34 años, lo cual es representativo de un elevado índice de masculinidad relacionado a las actividades económicas que se desarrollan en Sierra Gorda. Además, es posible observar una base estrecha que se ensancha progresivamente a partir del grupo quinquenal de 5-9 años, donde alcanza su peak, para luego en el grupo quinquenal de 30-34 años, evidenciar un decrecimiento progresivo. Existe ausencia de personas mayores de 90 años, a la vez que el grupo quinquenal con mayor proporción era el de 5-9 años, con un 11% del total de la población del área. Le seguía en importancia el grupo quinquenal de 30-34 años, con un 10,7% del total de la población; y el grupo quinquenal de 10-14 años con un 9,3%.

Se observaba también en la pirámide la ausencia que pese al índice de masculinidad no existía ausencia de población femenina a nivel comunal, mostrando mayor presencia en los grupos quinquenales de 5-9 años, de 0-4 años, de 30-34 años, 35-39 años y 40-44 años.

b) Población Económicamente Activa

En lo que respecta a las características socioeconómicas de la población de la localidad, es necesario señalar que del total de población de 15 años o más, un 68% estaba categorizada como población económicamente activa para el año 2002, de las cuales un 79,2% se declararon como ocupados, un 12,5% como cesantes, y un 1,4% declararon estar buscando trabajo por primera vez. Del total de población económicamente activa, un 69% eran hombres, y de éstos un 59% se declararon ocupados.

Tabla 3–129: Población Económicamente Activa, comuna de Sierra Gorda

Población Económicamente Activa	Sexo del Encuestado		
	Hombre	Mujer	Total
Trabajando por ingreso	114	50	164
Sin trabajar, pero tiene empleo	8	5	13
Buscando trabajo, habiendo trabajado antes	19	7	26
Trabajando para un familiar sin pago en dinero	1	--	1
Buscando trabajo por primera vez	1	2	3
Total PEA	143	64	207
Total Población 15 años y más	170	135	305

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2002, INE.

Sin embargo, los datos aquí presentados deben ser tomados como referenciales y acorde a la situación estadística actual del país, por tanto y como complemento, las entrevistas realizadas a diferentes actores sociales relevantes de la localidad, concuerdan que la situación laboral ha

cambiado de forma importante, ya que en la actualidad existe un grupo substancial de sierragordinos que se ha convertido en empresarios ligados a la explosión de la actividad minera en Sierra Gorda, tanto hoteleros como contratistas, quienes han abierto significativas fuentes de trabajo que incluso han atraído migración de países vecinos como Perú, Bolivia y Colombia. Esta situación se ve complementada con la sobreoferta de cursos y capacitaciones que las propias compañías mineras implementan de manera permanente y que ya no pueden ser copados por la población local de Sierra Gorda. Con todo es posible consignar que parte sustancial del discurso de los dirigentes sierragordinos, se fundamenta en la percepción de que en la localidad no existe falta de oportunidades laborales e incluso de generación de ingresos sin mayores esfuerzos, debido a que en último caso una familia puede optar por arrendar su vivienda a alguna empresa minera y de esta forma solventar sus necesidades de salud, vivienda, educación, etcétera.

En relación a la población inactiva, definida como las personas de 15 años y más que durante el período de referencia de la encuesta no se encontraban ocupadas ni desocupadas (estudiantes, jubilados, otra situación), es posible señalar que ésta correspondía al 32% del total, teniendo una amplia predominancia de mujeres con un 72%, mientras que la población inactiva masculina era de 27%.

Tabla 3–130: Población Inactiva, comuna de Sierra Gorda

Población Inactiva	Sexo del Encuestado		
	Hombre	Mujer	Total
En quehaceres de su hogar	1	56	57
Estudiando	12	5	17
Jubilado o Rentista	7	4	11
Incapacitado permanente para trabajar	--	3	3
Otra situación	7	3	10
Total PI	27	71	98
Total Población 15 años y más	143	64	207

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2002, INE.

c) Rama de Actividad Económica

De la información relativa a rama de actividad de la población local, entendida como la distribución de la población ocupada según el sector de la economía en la cual se inserta, en este caso, sector primario, secundario y terciario; es posible señalar que la información censal mostró para el año 2002 que las actividades se concentraban en el sector terciario, con un 66%, en el que 56% eran hombres y un 44% eran mujeres. Específicamente, la población local se ocupaba principalmente en actividades ligadas a otras actividades empresariales, la cual representaba en 2002 un 24% de las actividades del sector terciario.

El sector secundario representaba un 7% del total de la localidad de Sierra Gorda, en el que un 93% correspondía a hombres y un 7% a mujeres. Las principales actividades que corresponden al sector secundario que se observaron en 2002 fueron la depuración y distribución de agua. (14%) y la construcción (64%).

El sector primario representaba también un 27% del total de la actividad económica local, en el que un 96% correspondía a hombres y un 4% a mujeres. La principal actividad observada en 2002 correspondiente al sector primario fue la de extracción de minerales metalíferos con un 63%, seguido en importancia por actividades de explotación de minas y canteras con un 20% del total del sector.

Tabla 3–131: Población de 15 años o más ocupada según Rama de Actividad y principales actividades según Código de Actividad Económica, comuna de Sierra Gorda

Rama de Actividad y Código de Actividad Económica (CIIU Rev.3 a dos dígitos).	Sexo del Encuestado		
	Hombre	Mujer	Total
Extracción de minerales metalíferos	35	2	56
Total Sector Primario	54	2	56
Fabricación de maquinaria y equipo N.C.P.	1	0	1
Construcción	9	0	9
Total Sector Secundario	13	1	14
Otras actividades empresariales	34	9	43
Transporte por vía terrestre, transporte por tuberías	8	1	9
Total Sector Terciario	75	59	134
Total General	142	62	204

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2002, INE.

Estos números muestran una tendencia que se ha mantenido en la localidad de Sierra Gorda y que dice relación con la generación de empresas locales (lavanderías, hoteles, restaurantes o empresas de servicios) gestionadas por personas nacidas o identificadas con Sierra Gorda quienes han trabajado en conjunto con las empresas contratistas que prestan servicios a la minería y han creado una fuerza de trabajo y un mercado propio en la localidad; este hecho ha dado fundamento para la idea central en los discursos de los sierragordinos que dicen relación con el nulo desempleo que existe en la actualidad en la localidad.

d) Categoría Ocupacional

En relación a la categoría ocupacional de la población local, es posible señalar que un 86% de ésta se encontraba a 2002 en la categoría de Trabajador Asalariado. De este grupo un total de un 72% son hombres y un 28% son mujeres.

Las demás categorías tenían menor presencia en el territorio, siendo la más importante la categoría Trabajador por cuenta propia, la que representaba a un 8% de la población activa de la localidad de Sierra Gorda, con un 56% de hombres y un 44% de mujeres.

Tabla 3–132: Población de 15 años o más según Categoría Ocupacional, comuna de Sierra Gorda

Categoría Ocupacional	Sexo del Encuestado		
	Hombre	Mujer	Total
Trabajador asalariado	126	49	175
Trabajador de servicio doméstico	--	4	4
Trabajador por cuenta propia	9	7	16
Empleador, empresario o patrón	6	2	8
Familiar no remunerado	1	--	1
Total	142	62	204

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2002, INE.

e) Escolaridad y nivel de instrucción

Respecto a la información de escolaridad a continuación se realiza una exposición de los datos censales referidos a tasa de analfabetismo y promedio de años de escolaridad de la población de la localidad de Sierra Gorda.

En relación a la tasa de analfabetismo, entendida como el porcentaje población de 15 años y más que no sabe leer y escribir, la información censal indicó que ésta correspondía a un 4% del total, de los cuales un 42% eran hombres y un 58% mujeres. Mientras, el 96% restante corresponde a población alfabetizada.

Tabla 3–133: Población analfabeta según sexo, comuna de Sierra Gorda

Población de 15 años y más	Sexo del Encuestado		
	Hombre	Mujer	Total
Sabe leer y escribir	165	128	293
No sabe leer ni escribir	5	7	12
Total	170	135	305

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2002, INE.

Los años promedio de estudios de la población de la localidad de Sierra Gorda, entendida como una medida del grado de instrucción formal de la población, mostró para el año 2002 un valor de 8,3 años en total, lo cual es un indicador de que la población del área tuvo posibilidades de acceso a la educación formal y en promedio no alcanzó a estudiar en educación primaria a nivel de enseñanza media. Al desagregar la información por sexo es posible señalar que el promedio de años de escolaridad de los hombres es superior al de las mujeres, con 9,3 años para el primer grupo y 7,4 años para el segundo.

Tabla 3–134: Años de escolaridad por grupos quinquenales de edad, comuna de Sierra Gorda

Categoría	Total
Promedio años de estudio hombres	9,3
Promedio años de estudio mujeres	7,4
Promedio años de estudio total	8,3

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2002, INE.

f) Migraciones

En relación a la situación de las migraciones internas, al analizar los datos censales respecto de la comuna de residencia habitual de la población local al momento de la realización del censo, se observa que los habitantes de la localidad de Sierra Gorda en el año 2002 que habitaban de forma habitual en la localidad representaban un 96% del total, mientras que un 4% declaró habitar en otras comunas, tanto de la región como del país. No obstante, la mayoría de las personas que declararon habitar en otras comunas residían habitualmente en comunas de la región: la comuna de Antofagasta es la que concentraba el mayor porcentaje de personas en esta situación, con un 33% (4 casos).

Tabla 3–135: Comuna de residencia habitual según sexo año 2002, comuna de Sierra Gorda

Vive habitualmente en esta comuna	Sexo del Encuestado		
	Hombre	Mujer	Total
En esta comuna	216	198	414
En otra comuna	12	2	14
En otro país	0	0	0
Ignorado	0	0	0
Total	228	200	428

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2002, INE.

Además, al observar los datos respecto de la comuna de residencia de la población comunal cinco años antes a la realización del Censo, éstos muestran que 71% de los censados residía en la misma comuna, mientras que un 29% se encontraba con residencia en otras comunas de la región o del país. No obstante, para este año existía una mayor diversidad de comunas de residencia que para 2002, siendo las más importantes de igual forma las comunas de Antofagasta con un 4,8% (16 casos), seguido en importancia por la comuna de Copiapó, con un 3,5% (14 casos) del total de población residente en otras comunas.

Tabla 3–136: Comuna de residencia 1997 según sexo, comuna de Sierra Gorda

Comuna o lugar de residencia 1997	Sexo del Encuestado		
	Hombre	Mujer	Total
En esta comuna	148	133	281
En otra comuna	60	35	95
En otro país	0	0	0

Comuna o lugar de residencia 1997	Sexo del Encuestado		
	Hombre	Mujer	Total
Ignorado	4	12	16
Total	212	180	392

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2002, INE.

Existe en Sierra Gorda, actualmente, una percepción fundada en la observación cotidiana de sus habitantes, que a partir de la apertura de las grandes faenas mineras la localidad ha recibido a una importante cantidad de personas de otros sectores de la región, del país y del extranjero, lo que ha aumentado la población hasta las 1.500 personas aproximadamente. Esta situación se ve reflejada en que Sierra Gorda ha recibido a partir del año 2005 población peruana, boliviana y colombiana de manera ininterrumpida y que éstos ido conformando sus propias organizaciones y se han integrado a la vida social de la localidad de manera paulatina; se debe sumar a este fenómeno la población flotante la que es posible de apreciar cada día cuando espera transporte para movilizarse hacia sus lugares de origen dentro de la región.

Otra situación que los dirigentes entrevistados señalan dice relación con la migración de sierragordinos hacia ciudades del Sur, ya sea porque ven en el arriendo de sus viviendas una oportunidad de negocio o porque perciben que el poblado mantiene una latencia permanente de contaminación que puede afectar su calidad de vida. Esta situación sin embargo no es posible de corroborar estadísticamente, no obstante, aparece de forma reiterada en las entrevistas a actores claves, incluso muchos de ellos tienen la intención de migrar en el futuro.

iii. Dimensión Antropológica

a) Historia e identidad

Como se explicó en la caracterización comunal la comuna (Anexo 3-13) de Sierra Gorda fue creada el 5 de junio de 1981, pero su historia data desde hace casi 120 años producto de la explotación de la mina de plata Caracoles y la consecuente construcción de la Estación Baquedano de ferrocarriles como punto clave en el transporte del mineral allí extraído, es en este momento en que la localidad de Sierra Gorda adquiere un valor determinante en la conformación de la identidad local, la cual está estrechamente ligada a la actividad minera, primero salitrera luego metálica, y al transporte de pasajeros entre Calama y Antofagasta así como también de personas “enganchadas” desde el Sur para trabajar en las salitreras.

Por tanto el proceso de conformación de identidad de la localidad debe entenderse como una consecuencia, primero, del auge de la mina de Plata de Caracoles, que fue la principal causa para la fundación de Sierra Gorda como localidad en 1872; y segundo por el avasallador desarrollo de la industria del salitre natural durante la primera mitad del siglo XX, ya que en las inmediaciones de Sierra Gorda se ubicaron algunas de las más importantes oficinas salitreras del país, lo cual dio un fuerte impulso a las actividades extractivas y de servicios asociadas.

Dentro de las principales oficinas es posible destacar a Chacabuco, Francisco Puelma, y al pueblo de servicios para las oficinas salitreras Pampa Unión.

A partir de esta historia con orígenes en el desarrollo de la actividad minera en la localidad de Sierra Gorda y alrededores es que en la localidad existe un fuerte acervo identitario marcado por la identidad pampina/minera.

Finalmente con el paso del tiempo y el afianzamiento de esta identidad dual posible de observar en Sierra Gorda, es que otros elementos van complejizando la urdimbre que supone la identidad y de esta forma es posible señalar que la religión va también entregando otros elementos que fortalecen el sentimiento de pertinencia de los habitantes y de esta forma festividades religiosas como la Virgen del Carmen y San Lorenzo (estrechamente vinculado con el arraigo de la población local hacia la actividad minera) se vuelven fundamentales para la exultación de la identidad a través de bailes religiosos vinculados a la expresión de fe particular del Norte grande.

b) Sitios de Interés

En la localidad de Sierra Gorda se identifican sitios de interés patrimonial asociados fundamentalmente a la historia minera-salitrera, y que se encuentran agrupados en las ruinas de oficinas salitreras aledañas al área poblada. Existen entonces inmuebles e infraestructura que han sido declarados Monumento Histórico por el Ministerio de Bienes Nacionales. A continuación se presenta el detalle de todos los inmuebles bienes muebles agrupados bajo esta condición patrimonial, todos los cuales tienen fecha de declaración entre los años 1983 y 1989.

Tabla 3–137: Monumentos Históricos, localidad de Sierra Gorda

Nombre	Detalle	Categoría según uso	Subcategoría según uso
Pampa Unión	Ruinas del pueblo Pampa Unión	Ruinas Deshabitadas	Minera
Oficina Chacabuco	Oficina Salitrera Chacabuco	Oficina Salitrera	Minera
Oficina Francisco Puelma	Ruinas ex Oficina Salitrera Francisco Puelma	Ruinas Deshabitadas	Minera

Fuente: Ministerio de Bienes Nacionales, 2014.

Cabe señalar que las ruinas del mineral de plata de Caracoles no están incluidas dentro del listado de Monumentos Históricos por el Ministerio de Bienes Nacionales, no obstante, es un eje aglutinador de la identidad minera de la comuna y un patrimonio histórico reconocido a nivel regional.

La mina de plata Caracoles fue descubierta el 24 de marzo de 1870 por José Díaz Gana, cuando la actual región de Antofagasta era parte de la provincia litoral de Bolivia, a pesar de no ser una veta real como la de Potosí o Chañarcillo, por lo que se esperaba una corta vida útil, en los ocho años de auge el mineral produjo 855.202 kilos de Plata pura y generó una vistosa bonanza económica para los grupos económicos de Valparaíso y Santiago⁴¹ antes de la Guerra del Pacífico.

c) Organizaciones sociales

Las organizaciones sociales en Sierra Gorda se caracterizan por abarcar un amplio espectro de acción; la localidad cuenta con: (i) un comité de vivienda, compuesto por 65 familias; (ii) dos bailes religiosos, Zambos San Lorenzo y Gitanos del Carmen; (iii) un comité de desarrollo, que tiene por objeto generar oportunidades de emprendimiento y negocios para los habitantes de Sierra Gorda; (iv) tres iglesias, una católica y dos evangélicas (cuadrangular y adventista); (v) una organización de carácter medioambiental denominado Movimiento Sierra Gorda grupo que busca la protección y la defensa del medio ambiente en la localidad; (vi) dos juntas de vecinos n° 2 y n° 3 de Sierra Gorda, ambas congregan a unas 300 personas; (vii) una asociación de adulto mayor; (viii) un centro general de padres y apoderados ligados a la escuela G-101 de Caracoles.

d) Festividades

Para los habitantes de Sierra Gorda las celebraciones ligadas al calendario religioso son fundamentales tanto para renovación de votos de fe, como para la constitución permanente de la identidad local; en este sentido tres son festividades y conmemoraciones más representativas en Sierra Gorda:

- **Fiesta de la Virgen del Carmen**, celebrada el 16 de julio: La fiesta de la Virgen del Carmen es la más antigua celebrada en Sierra Gorda y es organizada por el primer baile que se conformó en 1994 en la localidad, los Gitanos del Carmen demuestran su devoción a la Virgen bailando los días 14, 15 y 16 de julio y cuenta con diablos, osos, abuelos y diablos pequeños. La organización surge cuando el hijo de la fundadora, Ana Ramírez enfermó y ella pidió la curación de su hijo a la virgen prometiendo formar un baile que celebrará a la virgen; actualmente el baile cuenta con 45 personas y los días de fiesta la rutina comienzan al alba con bailes, música y una procesión desde la iglesia hasta la Cruz del Calvario, ícono emplazado en la entrada Norte de la localidad y que fue donada por una familia de Sierra Gorda, para una vez comenzado el regreso

⁴¹ Bravo Quezada, Carmen Gloria, *La flor del desierto. El mineral de Caracoles y su impacto en la economía chilena*. Lom Editores Santiago de Chile 2000.

escuchar la misa en honor a la virgen, luego se almuerza con todos los bailes invitados provenientes de otros poblados, para luego bailar hasta la noche.

A pesar de que los Gitanos de Carmen concentran sus esfuerzos en la Fiesta de la Virgen del Carmen esto no impide su colaboración en la Fiesta de San Lorenzo y en una nueva festividad que se ha empezado, de manera muy incipiente, a realizar en Sierra Gorda, el Pago a la Tierra, y que recoge de manera libre la tradición del pago a la tierra andino en el mes de agosto en la semana inmediatamente posterior al Año Nuevo Indígena o Machaq Mara.

- **Fiesta de San Lorenzo (Día del Minero)**, celebrada el 10 de agosto: La fiesta de San Lorenzo congrega a una gran cantidad de personas provenientes de Calama, Baquedano y Antofagasta y a las empresas mineras insertas en la localidad. Al tener un carácter religioso cuenta con un baile, encargado de organizar el pasacalle, el baile en sí y el alojamiento de bailes provenientes de otras ciudades. La organización Baile Zambo San Lorenzo compuesta por 40 personas (su gran mayoría promesantes⁴²) bailan por devoción a su santo patrono en una romería que llega hasta la Cruz del Calvario, pasando por la iglesia que cuenta con una imagen de San Lorenzo en donde deben pagar por el uso del espacio y el cementerio de Sierra Gorda, acompañados por una banda de bronces provenientes de la ciudad de Calama⁴³ ya que hasta la fecha los Zambos de San Lorenzo no cuentan con banda de música.

Este baile nace de la división del baile Gitanos del Carmen, ensayan cuando se acercan las fechas de las festividades ya que al no tener banda deben proyectar la música de manera envasada, sin embargo, este hecho no desalienta la participación y en la actualidad, según su directiva, bailan como promesantes niños, jóvenes y bebés en los brazos de sus madres. Para ser parte del baile el interesado debe acercarse antes de la festividad al Caporal⁴⁴ y expresar su deseo de promesar y ser parte del baile en la próxima festividad.

El baile zambo representa a los esclavos de la colonia en el mundo andino y que trabajaron hasta el exterminio en las minas de plata de Potosí, su representación en la festividad se hace con máscaras y trajes que son ordenados a confeccionar a Bolivia para abaratar costos ya que en Calama un traje puede costar entre 300.000 y 500.000 pesos.

⁴² Promesante es aquel que baila para dar pago a una manda hacia la virgen.

⁴³ La banda de música tiene un coste de 800.000 pesos.

⁴⁴ Encargado del baile quien comanda los ritmos del grupo en la procesión.

En la Fiesta de San Lorenzo de Sierra Gorda participa también el Baile Morenada Atacameña, ligada a la familia Ramos Campanchay del Ayllu de Solor de San Pedro de Atacama y que migró desde esta zona a Sierra Gorda en 1984, cuenta con banda de bronces y participa en otras festividades de la región, como la Fiesta de Ayquina, en la Fiesta del Carmen en San Pedro de Atacama y Calama cuando son invitados a pasacalles o carnavales.

- **Romería a Cementerio de Caracoles**, celebrada el 6 de junio: La Romería al cementerio caracoles es una conmemoración que data desde mediados de los años 80, está ligada a la conmemoración de la Brigada de Bomberos de Caracoles que participó en el combate del incendio en el campamento de la explotación de Caracoles y que en la actualidad es homenajeada por la Compañía de Bomberos de Sierra Gorda. La romería consiste en una caravana de carros de bomberos, autos y buses (proporcionados en algunas ocasiones por las empresas mineras) y que sigue la ruta B-229 desde Sierra Gorda hasta el sitio de Caracoles y el Cementerio donde los Bomberos mantienen un Mausoleo.

e) Pueblos Indígenas

En la localidad de Sierra Gorda existía para el año 2002 un total de 4,6% de población indígena, siendo los principales grupos étnicos el Atacameño y el Aymara, ambos con un 35%; mientras que el Mapuche representaba el 25% del total de la población indígena de la comuna. Cabe señalar que al momento de la realización del proceso censal descrito no existía reconocimiento constitucional del pueblo diaguita, por lo que esta variable no está considerada en este punto.

Tabla 3-138: Pertenencia a pueblos indígenas según sexo, comuna de Sierra Gorda

Categorías	Hombre	Mujer	Total
Atacameño	4	3	7
Aymara	5	2	7
Colla	1	-	1
Mapuche	4	1	5
Ninguno de los anteriores	214	194	408
Total	228	200	428

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2002, INE.

No obstante, al actualizar la información de organizaciones y/o comunidades indígenas en la localidad, para el año 2014 no se identifica la conformación u operación de éstas en el territorio de la localidad, ni tampoco la conformación de grupos humanos indígenas.

En la localidad de Sierra Gorda no se identifican Áreas de Desarrollo Indígena, siendo la más cercana la denominada “ADI Alto El Loa” que abarca a toda la superficie del territorio comprendido entre Calama y Ollagüe en la que se encuentran comunidades atacameñas y

quechuas, y que se encuentra ubicada a 75 km aproximados al Este de la localidad de Sierra Gorda.

Por tanto, no existen grupos humanos indígenas presentes en el territorio, por lo que no existen tampoco ninguno de los elementos enunciados en el Artículo 18, letra e.10 referido a tales grupos.

iv. **Dimensión Socioeconómica**

a) Actividades productivas, empleo y desempleo

La localidad está fuertemente influenciada por las actividades industriales que se desarrollan en su territorio, las cuales están ligadas principalmente con la industria minera, las que se catalogan como parte de la industria de minería metálica. De este modo, en el territorio que puede ser considerado como local de Sierra Gorda se desarrollan una serie de operaciones mineras relacionadas a diferentes grupos empresariales; tal es el caso de Antofagasta Minerals; de la empresa Sierra Gorda SCM (ex Quadra); y Spence (BHP Billiton).

Lo anterior determina que las características económicas del territorio sean concebidas como de vocación minera, por lo que el conjunto de proyectos señalados en el párrafo anterior han ido configurando una realidad económica comunal que está ligada al surgimiento de emprendimientos ligados a satisfacer las demandas de servicios que requieren dichas empresas mineras, es así como la hotelería, los servicios de lavandería y restorán han proliferado en la localidad determinado por la gran cantidad de población flotante que constantemente es posible observar en Sierra Gorda.

Por otra parte el comercio local, ligado a la Ruta 25 ha visto incrementada su actividad y en muchos casos es un complemento de otras actividades que las familias desarrollan, puedan ser éstas emprendimientos propios (maestranzas, arriendo de casas u otros) o como actividades desarrolladas por esposas de personas que trabajan directamente en las mineras.

De este modo, en la localidad se observa que el empleo está determinado por la actividad minera, tanto de manera directa como indirecta. En lo que se refiere a las actividades indirectas, y tal como se señaló en la Dimensión Demográfica, en la localidad de Sierra Gorda se ha ido desarrollando y consolidando a lo largo del tiempo un conjunto de iniciativas empresariales orientadas a la oferta de servicios para la actividad minera, entre las cuales se cuentan restaurantes, alojamientos, comercio al por menor y lavanderías, entre otros. Estas iniciativas son las que en la actualidad están generando una oferta de empleo constante, tomando en consideración además que los servicios descritos muestran un grado de actividad permanente y estable, todo lo cual ha permitido que en la localidad de Sierra Gorda exista una oferta de empleo que es cubierta tanto por población local como personas provenientes de otros países, entre los que destacan Perú, Bolivia y Colombia. No obstante, en este punto es posible señalar

que una parte de la población local, fundamentalmente aquellos que son propietarios de viviendas en Sierra Gorda, han optado por arrendar sus propiedades a empresas contratistas de la gran minería debido a los altos costos que comparativamente se pagan en la localidad en relación a, por ejemplo, Baquedano, por lo que los puestos de empleo del sector terciario son cubiertos mayormente por población extranjera. Por tanto, y en base a los datos primarios entregados, es posible concluir que el desempleo es percibido por la población local como un tema que no toca a la localidad.

Finalmente y consciente de la oportunidad de generación de ingresos que representa para la localidad la importante influencia de la minería tanto en el área de la localidad como en la comuna, es que el municipio ha trazado un plan de trabajo que genere inversión y nuevas oportunidades de negocios, es en este sentido que se gestiona la construcción de un hotel cinco estrellas en Sierra Gorda para que los funcionarios de las compañías no tengan que viajar hasta Calama o Antofagasta y los recursos que se genera a través de la hotelería queden en la comuna y en la localidad. De igual manera se tiene en proyecto la construcción de un parque industrial entre las localidades de Sierra Gorda y Baquedano de 5000 m² que concentre en un solo lugar todas las actividades industriales, a manera de un Polo de Desarrollo Industrial, y de esa forma ordenar la proliferación de maestranzas, talleres y empresas de servicios en un solo lugar, esta vez fuera de los límites urbanos de Sierra Gorda.

v. **Dimensión Bienestar Social Básico**

a) **Educación**

La localidad de Sierra Gorda cuenta con un establecimiento educacional, el cual imparte enseñanza básica completa. Por eso que la población escolar local no tiene acceso a la enseñanza media dentro del territorio, debiendo trasladarse hacia centros poblados de mayor magnitud como Antofagasta o Calama, ya que en estas ciudades se concentra la mayor cantidad de oferta de servicios educacionales.

De este modo, en la localidad de Sierra Gorda la Escuela Básica Caracoles imparte hasta octavo básico) siendo gratuito y de dependencia municipal. Para 2014 el número de matrículas totales que sumaron 64.

El promedio de rendimiento general en la Prueba SIMCE de los últimos tres años indica que para el 4º básico es de 234 puntos, sin embargo en el último Simce el 4º básico superó los 260 puntos mientras que el 8º básico llegó a los 314 puntos en lenguaje. En este sentido y según lo expresado por la directora del establecimiento existe una continuidad en los puntajes desde el año 2011 que ha oscilado entre los 230 y 270 puntos, expresado en una mejoría entre los alumnos.

La escuela cuenta salas de taller de matemáticas, ciencias, historia y lenguaje; biblioteca, un piano, Wifi para todo el establecimiento, Programa PIIE Integración y Jornada Escolar Completa.

Finalmente un 7% del alumnado es extranjero predominantemente peruanos, bolivianos y colombianos quienes se han integrado de lleno a la vida comunitaria escolar.

b) Salud

La localidad de Sierra Gorda cuenta con una Posta de Salud Rural, dependiente del Servicio de Salud de Antofagasta, dispone de ambulancia, chofer y un paramédico permanente, prestando atención las 24 horas. Además cuenta con un médico general de zona que presta sus servicios de forma permanente a la comunidad de lunes a viernes. Bajo este mismo régimen, atiende un odontólogo, una enfermera, una matrona, psicóloga y una asistente social. Operan además programas de salud (implementados por el MINSAL a través del Municipio) como el “Vida Sana”, que incluye programas de ejercicios, alimentación y recreación para la población.

Respecto de los principales índices de morbilidad de la población de Sierra Gorda, se encuentran la hipertensión, diabetes, enfermedades de salud mental, y respiratorias.

c) Vivienda

Según el Censo del 2002, se registraron en la localidad un total 159 viviendas, de las cuales un 100% se encontraban ocupadas.

Complementariamente, de las 159 viviendas individualizadas en la categoría de ocupadas, la gran mayoría correspondía al tipo casa, con un 91%; mientras que el resto de tipologías de vivienda representaban un porcentaje menor a nivel local, incluso por debajo de los dos dígitos porcentuales. Por ejemplo, la segunda tipología de vivienda en importancia a escala comunal correspondía al tipo vivienda colectiva, representando sólo un 5% del total de viviendas.

En relación a la propiedad de las viviendas ocupadas, es posible señalar que para 2002 predominaban las de tipo propia totalmente pagada con un 66%; seguido en importancia por las de tipo cedida por trabajo o servicio con un 14,4% y las viviendas gratuitas con un 9,6%. Las categorías de propiedad restantes alcanzaban cifras comunales inferiores a los dos dígitos porcentuales.

Tabla 3–139: Propiedad de vivienda según tipo, comuna de Sierra Gorda

Tipo de Vivienda	Propiedad de la Vivienda					Total
	Propia (pagada totalmente)	Propia (pagando a plazo)	Arrendada	Cedida por trabajo o servicio	Gratuita	
Casa	67	1	6	14	10	98

Tipo de Vivienda	Propiedad de la Vivienda					Total
	Propia (pagada totalmente)	Propia (pagando a plazo)	Arrendada	Cedida por trabajo o servicio	Gratuita	
Piezas en casa antigua o conventillo	-	-	1	1	-	2
Mejora, mediagua	2	-	2	-	-	4
Rancho, choza	-	-	-	-	-	-
Móvil (carpa, vagón, container, bote, lancha, similar)	-	-	-	-	-	-
Otro tipo de vivienda particular	-	-	-	--	-	-
Total	69	1	9	15	10	104

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2002, INE.

Respecto a la materialidad de las viviendas, específicamente referida a los materiales empleados en las paredes exteriores, es posible señalar que para 2002 predominaban las de tipo paneles estructurados, bloque prefabricado con un 34%; seguido en importancia por las de tipo madera o tabique forrado con un 29%; y de las viviendas adobe o barro empajado con un 20%.

Tabla 3–140: Material de las paredes exteriores, comuna de Sierra Gorda

Categorías	Casos
Hormigón armado, piedra	19
Ladrillo	-
Paneles estructurados, bloque (prefabricado)	35
Madera o tabique forrado	29
Adobe, barro empajado	21
Desechos (lata, cartones, plástico, etc.)	-
Total	104

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2002, INE.

En cuanto al material del piso, el Censo del 2002 registró que la tipología más extendida era plástico con un 41%; seguido en importancia por las de tipo radier con un 29%; y por las viviendas con piso de baldosa y baldosín con un 9,6% cada uno. Las categorías de materialidad de pisos restantes alcanzaban cifras comunales inferiores a los dos dígitos porcentuales cada una.

Tabla 3–141: Material de piso, comuna de Sierra Gorda

Categorías	Casos
Parquet	2
Baldosín cerámico	10
Entablado (madera)	8
Alfombra muro a muro	-
Baldosas de cemento	10
Plásticos (flexit, linóleo, etc.)	43
Radier	31
Tierra	-
Total	104

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2002, INE.

El material predominante de la cubierta de los techos de las viviendas de la comuna de Sierra Gorda el año 2002, era el tipo Zinc con un 81%; seguido en importancia por la tipología pizarreño con un 15%; las categorías de materialidad de techos restantes alcanzaban cifras comunales inferiores al 1% cada una.

Tabla 3–142: Material de cubierta de techos, comuna de Sierra Gorda

Categorías	Casos
Tejas (arcilla, metálica, cemento)	2
Tejuela (madera, asfáltica)	85
Zinc	16
Pizarreño	1
Total	104

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2002, INE.

d) Acceso a Servicios Básicos

Según los datos entregados por el Censo 2002, el acceso a la electricidad local estaba dado por un porcentaje bajo de cobertura de la red pública (o compañía eléctrica) en relación a los estándares regionales, representando un 10% de cobertura a nivel local; seguido en importancia por la tipología de generador con un 89%, esta situación al año 2014 es diametralmente opuesta debido a que la cobertura a través de la compañía Elecda a través de un proyecto gestionado por compañía minera El Tesoro el año 2006 llega al 100% de los hogares de Sierra Gorda.

Tabla 3–143: Origen de la electricidad, comuna de Sierra Gorda

Categorías	Casos
Red pública (Cía. Electricidad)	11
Generador propio o comunitario	93
Placa solar	-

Categorías	Casos
No tiene	-
Total	104

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2002, INE.

Según los datos entregados por el Censo 2002, el acceso al agua potable a nivel local estaba dado por un 100% de cobertura de la red pública (o compañía Agua Potable); en la actualidad Minera Centinela en una alianza pública-privada ha hecho entrega de una copa de agua que permita la acumulación de agua y que es gestionada a partir del año 2014 por Aguas Antofagasta.

Tabla 3–144: Origen del agua, comuna de Sierra Gorda

Categorías	Casos
Red pública (Cía. Agua Potable)	104
Pozo o noria	--
Río, vertiente, estero	
Total	104

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2002, INE.

Por último, en relación a la disponibilidad de servicio higiénico de las viviendas ocupadas identificadas en el Censo de 2002, se observaba que un 91% del total se encontraba conectado al alcantarillado; seguido en importancia por el tipo cajón sobre pozo negro con un 7,9%; mientras que un 0,96% estaba conectado a fosa séptica.

Tabla 3–145: Disponibilidad de servicio higiénico, comuna de Sierra Gorda

Categorías	Casos
Conectado a alcantarillado	95
Conectado a fosa séptica	1
Cajón sobre pozo negro	8
No tiene	-
Total	104

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2002, INE.

3.15.3.2 Comuna de María Elena

Como se indicó anteriormente, en el Anexo 3-13 se presenta la caracterización comunal de María Elena. Se reitera también que en dicha comuna no se encuentran sitios poblados susceptibles de afectación por la acción de obras y partes del Proyecto, por lo que no se incluye ninguna localidad o asentamiento humano como parte del área de influencia del Proyecto.

3.15.3.3 Comuna de Mejillones – Localidad de Michilla

La caracterización comunal de Mejillones se presenta en el Anexo 3-13. A continuación se presenta una contextualización referencial que otorga el marco territorial político administrativo en el cual se inserta la localidad de Michilla, considerada como parte del área de influencia del Proyecto, así como una caracterización específica de dicha localidad.

i. Dimensión Geográfica

a) Ubicación

La localidad de Michilla se ubica en la comuna de Mejillones, provincia de Antofagasta, Región de Antofagasta. Emplazada en la zona Norte de la comuna, y a unos 55 kilómetros aproximados al Norte de la ciudad de Mejillones, capital comunal, se encuentra distante referencialmente a unos 115 kilómetros al Norte de la ciudad de Antofagasta, capital regional; y a unos 72 kilómetros al Sur de la ciudad de Tocopilla, capital de la provincia del mismo nombre.

Se trata de una localidad costera que históricamente ha estado estrechamente ligada a la minería y a la pesca, además de tener una historia comercial que en el último tiempo se ha ligado a las actividades relacionadas con servicios al paso, lo cual se debe a la ubicación aledaña a la Ruta 1 que conecta a la ciudad de Antofagasta con las de Mejillones, Tocopilla e Iquique, por lo que es un paso obligado de empresas de transporte de carga y de pasajeros que hacen esta ruta por el litoral costero del Norte grande.

Cabe señalar que para efectos censales, Michilla está dividida en dos sectores, Michilla Alto y Michilla Bajo, siendo separados por el farellón que se erige en el sector como parte de la Cordillera de la Costa, lo que define algunas distinciones entre ambos sectores respecto de, por ejemplo, los modos de ocupación del espacio ya que Michilla Alto correspondía exclusivamente a la población que habita el campamento de la faena minera Carolina de Michilla, hoy denominada Minera Michilla, que es propiedad del grupo AMSA y que ha anunciado el cierre de sus operaciones para el año 2015. Por tanto, para efectos de este estudio, se considerará como el poblado de Michilla exclusivamente al sector bajo ya que es ahí donde habita la población local y, por tanto, es el objeto principal del informe aquí presentado.

En ese entendido, Michilla es una entidad poblada del tipo aldea, que según la división censal realizada por el Instituto Nacional de Estadísticas se encuentra ubicada en la localidad de Carolina de Michilla, y que corresponde al distrito censal de Caleta Los Hornos en su sector rural.

b) Red Vial

La localidad cuenta con una red vial cuyo eje estructurante es la Ruta 1, carretera longitudinal que conecta a las regiones de Tarapacá y Antofagasta, y que por tanto conecta a la localidad

con las ciudades del Norte (como Iquique y Tocopilla) y del Sur (Mejillones y Antofagasta) a su emplazamiento. Se trata de una ruta asfaltada con una vía o carril por sentido en el tramo que corresponde a la localidad.

De este modo, la Ruta 1 actúa como eje vial en el desarrollo de Michilla con los principales centros poblados del borde costero de la Región de Antofagasta, teniendo mayor relación con la ciudad de Mejillones debido a la menor distancia que la separa. Además, su emplazamiento inmediatamente aledaño a la ruta, a la altura del kilómetro 107, hace que sea una característica que determine un importante énfasis en la generación de oferta de servicios al paso.

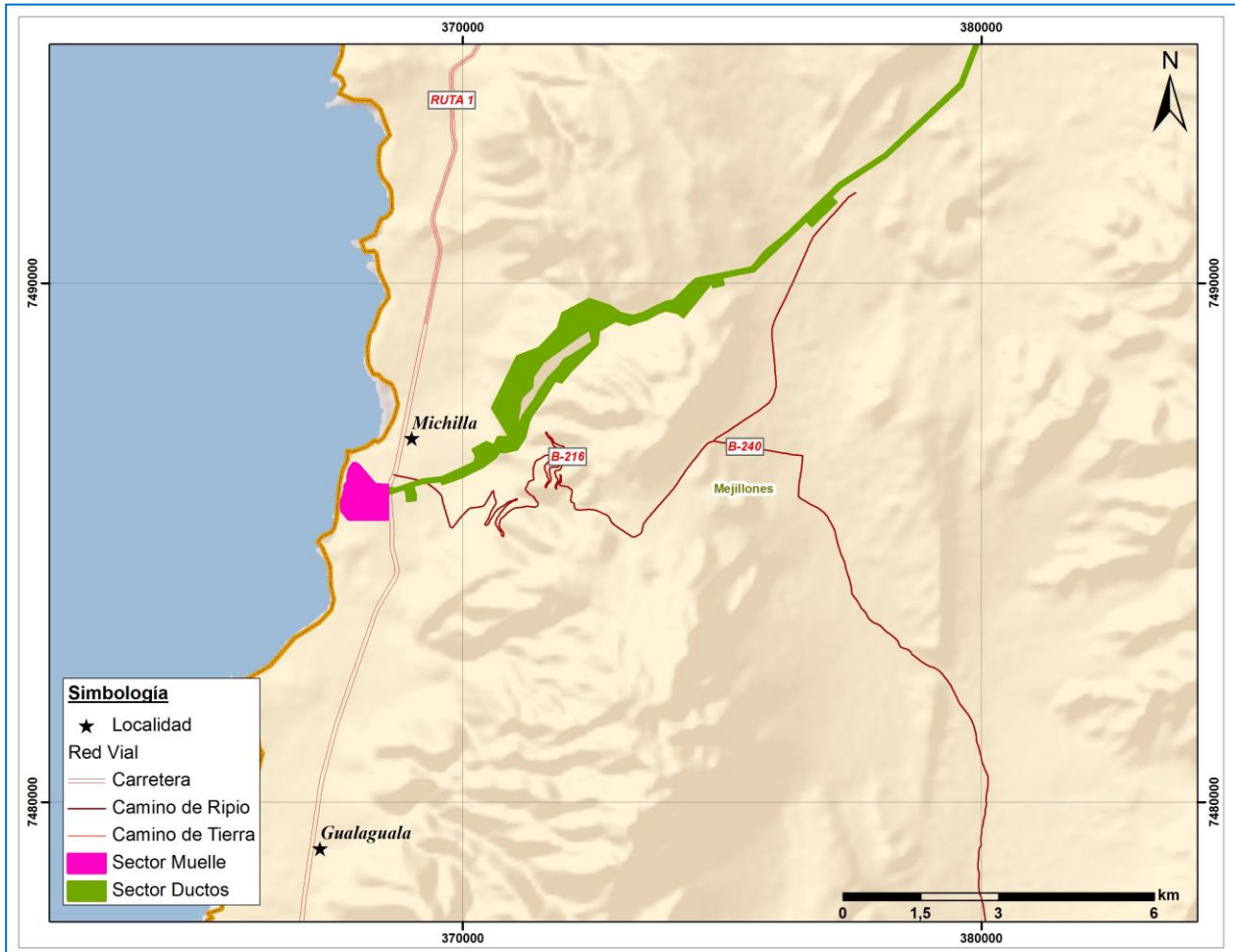
Figura 3-151: Ruta 1 en Michilla



Fuente: Registro fotográfico en terreno.

Complementariamente, la conectividad de Michilla hacia el oriente con los poblados de las comunas del interior como María Elena y Sierra Gorda está dada por la Ruta B-216, la cual es una ruta con superficie de ripio que cuenta con una vía o carril por sentido, y que es usada fundamentalmente para acceder a las faenas de Minera Michilla, y en menor medida para conectar con la Ruta B-240. Esta ruta cruza el farellón costero que divide a Michilla Alto con Michilla Bajo, por lo que consta de un tramo de cuesta con curvas pronunciadas.

Figura 3-152: Red vial localidad de Michilla



Fuente: Elaboración propia.

Por último, en lo que respecta a las calles interiores de la localidad de Michilla, es posible señalar que se trata en su totalidad de caminos de tierra, sin ningún tipo de carpeta o superficie de mayor calidad, por lo que el tránsito de vehículos por el sector genera molestias en los vecinos debido al polvo que se genera. Esta situación es particularmente sensible en el sector en el que se ubica la Escuela Básica Rural G-98 Lucila Godoy Alcayaga, debido a la presencia de los niños que en el lugar realizan sus estudios, incluyendo la realización de actividades físicas.

Figura 3-153: Calles interiores de Michilla



Fuente: Registro fotográfico en terreno.

c) Transporte

El transporte a escala local se estructura a partir de la presencia de la Ruta 1, la cual como ya se ha señalado es el eje estructurante de la localidad, conectando con los centros poblados costeros más importantes de la región. Es la ciudad de Mejillones la que actúa como cabecera comunal y principal lugar de atracción para la población local en lo que respecta a la oferta de bienes y servicios, lo cual se debe principalmente a la mayor cercanía con esta ciudad en relación a la mayor distancia que la separa de la capital regional, Antofagasta. Por tanto Mejillones, pese a presentar una menor oferta de bienes y servicios para la población local en comparación a la capital regional, es a la que se accede mayormente debido a su menor distancia y menores costos de traslado asociados.

Siguiendo con la línea de lo planteado en el párrafo anterior, se debe señalar que Michilla no cuenta con sistema de transporte público de buses ni de taxis colectivos, por lo que el principal medio de transporte es el auto particular, seguido en importancia por el traslado a dedo (auto stop) hacia las ciudades mencionadas anteriormente. Por ejemplo, el tiempo de viaje promedio

hacia la ciudad de Mejillones es de 45 minutos, mientras que el tiempo de viaje promedio hacia la ciudad de Antofagasta alcanza los 90 minutos.

Especial mención merece el sistema colaborativo y voluntario que han establecido los vecinos de Michilla para poder trasladarse hacia las ciudades señaladas, ya que aquellos que no tienen vehículo propio pueden arrendarlos a los vecinos que sí lo tienen, con un valor de \$10.000 en total por el viaje de ida y vuelta; y en otros casos se ponen de acuerdo entre los mismos vecinos para realizar el viaje y compartir los gastos de combustible.

d) Uso del territorio

El territorio local se caracteriza por un uso de tipo residencial de larga data motivado por las características de la bahía que permitió el desarrollo de actividades ligadas a la pesca artesanal y, con ello, permitió el asentamiento humano de manera permanente. A lo anterior se suma el uso comercial asociado al de servicios al paso, motivado por el emplazamiento en torno a la Ruta 1 que favorece el tránsito constante de vehículos de carga; y a estos usos se suma el desarrollo de actividades en el área de la minería, fundamentalmente asociado a las labores de Minera Michilla en el sector alto y del Muelle Michilla en la costa.

Lo anterior permite sostener que se trata de un territorio en el que conviven diversos usos, los cuales tienen diferentes periodos de auge y latencia en base a los ciclos propios de las actividades económicas que se desarrollan, aunque siempre determinado por la presencia de población que habita en la localidad de manera permanente. No obstante, el número de residentes bajo esta condición va a variar dependiendo de las características particulares del ciclo que se esté viviendo.

Un ejemplo de ello guarda relación con las labores relacionadas a la pesca, la cual ha tenido diferentes ciclos asociados a la disponibilidad del pulpo, principal recurso de la caleta Michilla. De este modo, cuando se ha levantado la veda del pulpo, cuando su valor en el mercado ha aumentado, o cuando ha existido mayor disponibilidad, ha motivado que pescadores de otras zonas de la región e incluso del país lleguen a vivir a la localidad, atraídos por los potenciales créditos económicos que suponen dichas situaciones. Estas oleadas migratorias han ayudado a dar forma a la composición demográfica de la localidad, debido a que cuando estos ciclos exitosos acaban algunas de las familias que llegaron atraídas por la condición del momento se han ido quedando en el poblado. Lo mismo ha ocurrido con la minería y más recientemente con las actividades ligadas a la oferta de servicios, ya que en épocas de auge de cada actividad se generan fenómenos inmigratorios que van modificando la composición demográfica local.

ii. Dimensión Demográfica

a) Población

En este punto se debe señalar que el nivel de detalle necesario para caracterizar cuantitativamente las entidades pobladas definidas en el área de influencia, es entregado por los Censos de Población y Vivienda elaborados por el INE. No obstante, a la fecha de redacción del presente documento, no se encuentran liberadas las bases de datos del Censo aplicado el año 2012, por lo que no se cuenta con información actualizada a este nivel de requerimiento. Por tanto, si bien existen proyecciones de población, éstas sólo están disponibles a nivel regional y nivel comunal, pero no a nivel de localidades. Es por ello que la presentación de los datos estadísticos son complementados con la información obtenida directamente en el trabajo de campo desarrollado durante el año 2014.

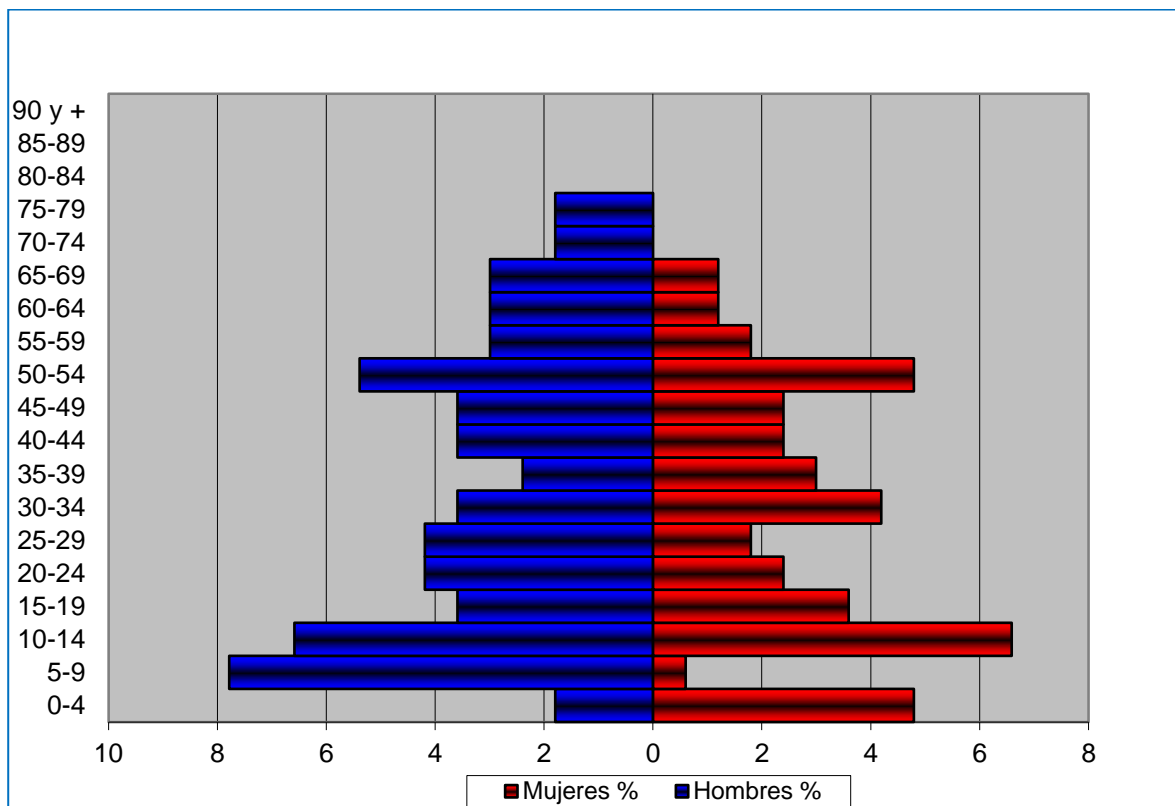
Así, los datos del Censo de Población y Vivienda del año 2002 mostraban que la localidad (es decir, Michilla Bajo) tenía una población de 167 personas, siendo 99 de ellas hombres (59,3%) y 68 mujeres (40,7%), por lo que se evidenciaba un índice de masculinidad de 145,6 lo cual indicaba que por cada 100 mujeres había un total de 145 hombres a nivel local. Lo anterior da cuenta de la composición demográfica de Michilla al año 2002 que estaba determinada por las labores asociadas a la minería y a la pesca, las cuales históricamente han estado orientadas mayoritariamente a los hombres. Cabe señalar que la información sobre el número de población que vive en la localidad de Michilla fue posible de actualizar a través de entrevistas con funcionarios municipales, coincidiendo en el hecho de que el número de habitantes en 2014 alcanza a un total de 162 personas, cifra que está levemente por debajo de la consignada en la encuesta censal de 2002. No obstante, no se cuenta con información oficial actualizada que permita realizar el desglose de la información demográfica por sexo, grupos de edad, u otros elementos relevantes a nivel de localidad.

La pirámide de población correspondiente a la localidad de Michilla se encuentra caracterizada por una base dispar en la cual se observaba para 2002 que el grupo de edad entre 0-4 años estaba fuertemente orientado a su eje derecho, lo cual es representativo de un mayor porcentaje de población femenina; mientras que en el grupo de edad siguiente se observaba una inversión del fenómeno descrito, debido a que el eje se desplazaba hacia la izquierda y se evidenciaba un mayor porcentaje de población masculina. De ahí en más se observó cierta paridad entre ambos ejes en los dos grupos quinquenales sucesivos; y alternancias en la predominancia de los grupos según sexo. No obstante, a medida que se avanza en la edad de la población existía mayor predominancia de población masculina por sobre la población femenina, teniendo esta situación su peak en los grupos de edad 70-74 años y 75-79 años, en los cuales no se evidencia presencia de mujeres.

Además, es posible observar que el peak de población se daba en en el grupo quinquenal de 10-14 años, el cual representa un 13,2% del total de la población local, con equivalencia de hombres y mujeres (50% cada uno); a la vez que el siguiente grupo quinquenal con mayor proporción era el de 50-54 años, con un 10,2% del total de la población del área; seguido en importancia del grupo quinquenal de 5-9 años, con un 8,4% del total de la población, con alta predominancia de hombres (92,9%) por sobre la de mujeres (7,1%).

Existe ausencia de personas mayores de 80 años y más, y se observaba también en la pirámide que pese al elevado índice de masculinidad, la población femenina a nivel local no tenía representación a partir del grupo entre 70-74 años; mientras que existía mayor proporción de mujeres en los grupos de 0-4 años, 30-34 años, y 35-39 años.

Figura 3-154: Pirámide de población por grupos de edad y sexo, localidad de Michilla



Fuente: Censo de Población y Vivienda 2002, INE.

La información relativa al índice de Sundbarg, que muestra la composición demográfica de una población tomando como base para el análisis al grupo que va entre 15 y 49 años y lo compara con los grupos correspondientes a los menores de 15 años y con el de 50 años y más respectivamente; para así definir el carácter de esta; dando un valor para el primer grupo (de 15

a 49 años) de 62,7 y para el segundo (50 años y más) de 60 por lo que se trataba de una población técnicamente de tipo Estacionaria al año 2002.

Al complementar la información piramidal con el índice de Fritzt, el cual permite definir si la composición demográfica de un lugar está definida por población de tipo joven, madura o vieja; se calculó un valor de 140,5; es decir, se trataba de una población Madura.

La tasa de envejecimiento de la localidad de Michilla, entendida como el grado de envejecimiento de la población, era de 7,8. Es decir, había dicha cantidad personas mayores de 65 años por cada 100 habitantes. Es posible agregar que la población joven tenía una tasa de 28,1 y la población adulta una tasa de 64,1.

b) Población Económicamente Activa

En lo que respecta a las características socioeconómicas de los habitantes de Michilla, es necesario señalar que del total de población de 15 años o más, un 57,5% estaba categorizada como población económicamente activa para el año 2002, de las cuales un 82,6% correspondía a hombres y un 17,4% a mujeres. Del total, un 97,1% se declararon como ocupados, un 1,4% como cesantes, e igual porcentaje (1,4%) declaró estar buscando trabajo por primera vez.

Al desglosar la información por sexo, es posible señalar que la población económicamente activa masculina se encontraba en 2002 principalmente bajo la categoría de trabajo por ingreso, con un 86% del total, mientras que el 14% restante se encontraba con empleo pero sin trabajar. Por otra parte, la población femenina de esta categoría se encontraba principalmente trabajando por ingreso, representando un 75% del total de mujeres consideradas como parte de la PEA; seguido en importancia por aquellas que se encontraban sin trabajar pero con empleo, buscando trabajo habiendo trabajado antes y buscando por primera vez, cada una con un porcentaje de representatividad de un 8,3%.

Tabla 3–146: Población Económicamente Activa, localidad de Michilla

Población Económicamente Activa	Sexo del Encuestado		
	Hombre	Mujer	Total
Trabajando por ingreso	49	9	58
Sin trabajar, pero tiene empleo	8	1	9
Buscando trabajo, habiendo trabajado antes	0	1	1
Trabajando para un familiar sin pago en dinero	0	0	0
Buscando trabajo por primera vez	0	1	1
Total PEA	57	12	69
Total Población 15 años y más	72	48	120

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2002, INE.

En relación a la población inactiva, definida como las personas de 15 años y más que durante el período de referencia de la encuesta no se encontraban ocupadas ni desocupadas (estudiantes, jubilados, otra situación), es posible señalar que ésta correspondía al 43,3% del total, teniendo una amplia predominancia de mujeres con un 71,2%, mientras que la población inactiva masculina era de 28,8%. Del total, un 65,4% declaró estar buscando trabajo por primera vez, un 9,6% declaró estar estudiando, un 11,5% en situación de jubilado o rentista, mientras que un 3,8% declaró estar incapacitado para trabajar.

Al desglosar la información por sexo, es posible señalar que del total de hombres en la localidad, un 40% se declaró como jubilado o rentista, siendo esta categoría la principal para esta población; mientras que las mujeres declararon en su mayoría que se encontraban realizando quehaceres del hogar, representando a un 91,9% de este grupo de población.

Tabla 3–147: Población Inactiva, localidad de Michilla

Población Inactiva	Sexo del Encuestado		
	Hombre	Mujer	Total
En quehaceres de su hogar	0	34	34
Estudiando	3	2	5
Jubilado o Rentista	6	0	6
Incapacitado permanente para trabajar	2	0	2
Otra situación	4	1	5
Total PI	15	37	52
Total Población 15 años y más	72	48	120

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2002, INE.

c) Rama de Actividad Económica

De la información relativa a rama de actividad de la población local, entendida como la distribución de la población ocupada según el sector de la economía en la cual se inserta, en este caso, sector primario, secundario y terciario; es posible señalar que la información censal mostró para el año 2002 que las actividades se concentraban en el sector terciario con un 64,2% del total, de los cuales 76,7% eran hombres y un 23,3% eran mujeres. La actividad más extendida a nivel de sector terciario era la de transporte vía terrestre y tuberías con un 30,2% de representatividad; a la vez que se debe señalar que ésta era la actividad más extendida en el territorio para el año 2002 considerando a cada uno de los sectores de la economía, con un 19,4% del total de Michilla.

El sector secundario representaba un 23,9% del total de la localidad de Michilla, en el que el 100% correspondía a hombres. Las principales actividades que corresponden al sector secundario que se observaron en 2002 fueron la construcción (56,3%) y la fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo (37,5%).

El sector primario⁴⁵ representaba un 11,9% del total de Michilla, en el que un 100% eran hombres. Específicamente, la población local se ocupaba en actividades ligadas a la explotación de otras minas y canteras; además de las actividades de extracción de minerales metalíferos con un 37,5% cada una, además de las actividades ligadas a la pesca con un 25% del total del sector.

Tabla 3–148: Población de 15 años o más ocupada según Rama de Actividad y principales actividades según Código de Actividad Económica, localidad de Michilla

Rama de Actividad y Código de Actividad Económica (CIIU Rev.3 a dos dígitos) ⁴⁶	Sexo del Encuestado		
	Hombre	Mujer	Total
Extracción de minerales metalíferos	3	0	3
Explotación de otras minas y canteras	3	0	3
Total Sector Primario	8	0	8
Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo	6	0	6
Construcción	9	0	9
Total Sector Secundario	16	0	16
Otras actividades empresariales	6	1	7
Transporte por vía terrestre, transporte por tuberías	12	1	13
Total Sector Terciario	33	10	43
Total General	57	10	67

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2002, INE.

d) Categoría Ocupacional

En relación a la categoría ocupacional de la población local, es posible señalar que un 79,1% de ésta se encontraba a 2002 en la categoría de Trabajador Asalariado. De este grupo un total de un 88,7% son hombres y un 11,3% son mujeres.

Las demás categorías tenían menor presencia en el territorio, siendo la más importante la categoría Trabajador por cuenta propia, la que representaba a un 16,4% de la población local, con un 72,7% de hombres y un 27,2% de mujeres.

⁴⁵ Se considera dentro del sector primario para efectos de este estudio las actividades vinculadas a la minería, tanto en extracción de minerales metálicos, no metálicos o de otros tipos. Cabe señalar que existe en la actualidad una discusión respecto al sector de la economía en que se debe incluir las actividades señaladas, siendo también posibles de incluir dentro de las actividades del sector secundario de la economía.

⁴⁶ En la tabla se señalan sólo las principales actividades identificadas por sector de la economía, sin el detalle de cada una de las actividades presentes en el territorio.

Tabla 3–149: Población de 15 años o más según Categoría Ocupacional, localidad de Michilla

Categoría Ocupacional	Sexo del Encuestado		
	Hombre	Mujer	Total
Trabajador asalariado	47	6	53
Trabajador de servicio doméstico	0	1	1
Trabajador por cuenta propia	8	3	11
Empleador, empresario o patrón	2	0	2
Familiar no remunerado	0	0	0
Total	57	10	67

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2002, INE.

e) Escolaridad y nivel de instrucción

Respecto a la información de escolaridad a continuación se realiza una exposición de los datos censales referidos a tasa de analfabetismo y promedio de años de escolaridad de la población del área de influencia.

En relación a la tasa de analfabetismo, entendida como el porcentaje población de 15 años y más que no sabe leer y escribir, la información censal indicó que ésta correspondía a un 0,8% del total, correspondiente a sólo un caso de sexo masculino. Mientras, el 99,2% restante correspondía a población alfabetada.

Tabla 3–150: Población analfabeta según sexo, localidad de Michilla

Población de 15 años y más	Sexo del Encuestado		
	Hombre	Mujer	Total
Sabe leer y escribir	71	48	119
No sabe leer ni escribir	1	0	1
Total	72	48	120

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2002, INE.

Por otra parte, los años promedio de estudios de la población de Michilla, entendida como una medida del grado de instrucción formal de la población, mostró para el año 2002 un valor de 8,3 años en total, lo cual es un indicador de que la población del área tuvo posibilidades de acceso a la educación formal y en promedio no alcanzó a acceder a la educación primaria a nivel de enseñanza media, aunque sí pudiendo completar la enseñanza básica. Al desagregar la información por sexo es posible señalar que el promedio de años de escolaridad es idéntico tanto para hombres como para mujeres, con un valor promedio de 8,3 años para cada uno. Cabe destacar que en el grupo de mujeres no se identifican casos con años de estudios superiores a 12, por lo que es posible inferir que no tuvieron acceso a la educación superior; a diferencia de los ocho (8) casos de hombres que sí pudieron hacerlo. Lo anterior muestra, por

tanto, que según los datos de 2002 los hombres tenían un mayor acceso a la educación secundaria.

Tabla 3–151: Años de escolaridad por grupos quinquenales de edad, localidad de Michilla

Categoría	Total
Promedio años de estudio hombres	8,3
Promedio años de estudio mujeres	8,3
Promedio años de estudio total	8,3

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2002, INE.

Lo anterior puede estar mediado por los problemas de acceso a la educación en la localidad por parte de la población en edad escolar que están dados por su emplazamiento en una zona rural con una baja densidad poblacional. De este modo, Michilla cuenta con un establecimiento educacional, el cual imparte sólo entre 1º a 6º año básico, debiendo los alumnos que quieran continuar sus estudios trasladarse diariamente o emigrar hacia otras zonas que ofrezcan una mayor oferta educacional, destacándose en este punto la ciudad de Mejillones y en menor medida la ciudad de Antofagasta.

f) Migraciones

En relación a la situación de las migraciones internas, al analizar los datos censales respecto de la comuna de residencia habitual de la población local al momento de la realización del censo, se observa que los habitantes de la localidad de Michilla en el año 2002 que habitaban de forma habitual en la comuna de Mejillones representaban un 97,6% del total, mientras que el 2,4% declaró habitar en otra comuna.

Tabla 3–152: Comuna de residencia habitual según sexo año 2002, localidad de Michilla

Vive habitualmente en esta comuna	Sexo del Encuestado		
	Hombre	Mujer	Total
En esta comuna	96	67	163
En otra comuna	3	1	4
Total	99	68	167

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2002, INE.

Así, la mayoría de los habitantes de Michilla en el año 2002 habitaban de forma habitual en la comuna de Mejillones, es decir, dentro del territorio político administrativo en el que se ubica Michilla, con un 163 del total, mientras que los 4 casos restantes declararon haber vivido en la comuna de Antofagasta, capital regional, por lo que la totalidad de los casos que declararon habitar en otras comunas residían habitualmente en esta última.

Tabla 3–153: Comuna de residencia 2002 según sexo, localidad de Michilla

Código de Comuna o País de Residencia Habitual	Sexo del Encuestado		
	Hombre	Mujer	Total
Mejillones	96	67	163
Antofagasta	3	1	4
Total	99	68	167

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2002, INE.

En relación a la comuna de residencia de la población local cinco años antes a la realización del Censo, éstos muestran que un 66,7% de los censados residía en la misma comuna, es decir Mejillones, mientras que un 27,6% se encontraba con residencia en otras comunas de la región o del país.

Tabla 3–154: Comuna de residencia 1997 según sexo, localidad de Michilla

Comuna o lugar de residencia 1997	Sexo del Encuestado		
	Hombre	Mujer	Total
En esta comuna	64	40	104
En otra comuna	23	20	43
Ignorado	9	0	9
Total	96	60	156

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2002, INE.

Además, al observar con mayor detalle los datos respecto de la comuna de residencia de la población local cinco años antes a la realización del Censo, éstos muestran que tenían presencia personas con residencia en las comunas de La Serena y Tocopilla, con un 2,6% cada uno; Osorno, Arica y Talagante con un 1,9% cada uno; entre otras comunas con aún menor representación respecto del total.

Tabla 3–155: Comuna de residencia 1997 según sexo, localidad de Michilla

Código de Comuna o País de Residencia Habitual	Sexo del Encuestado		
	Hombre	Mujer	Total
Mejillones	64	40	104
Antofagasta	11	7	18
Osorno	0	3	3
La Serena	3	1	4
Tocopilla	2	2	4
Arica	2	1	3
Talagante	1	2	3
Total	96	60	156

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2002, INE.

Complementando la información recién expuesta, a través del trabajo desarrollado en terreno fue posible recoger y consignar un fenómeno inmigratorio de carácter internacional, con población proveniente de Bolivia y Perú en mayor medida, y Centroamérica en menor medida, los cuales se han asentado de manera irregular en un terreno ubicado en la zona Norte de la localidad de Michilla que es propiedad de Bienes Nacionales y erigiendo un total de 15 viviendas en dicho sector. Este fenómeno comenzó a manifestarse a partir del año 2011, y fue motivado por una creciente oferta laboral existente en Michilla generada por los distintos emprendimientos orientados a actividades de servicios para la minería y transportistas que circulan por la Ruta 1, entre los cuales destacan restaurantes y hosterías, plazas que no fueron cubiertas por la población local. Cabe señalar que un tema de preocupación para las autoridades locales guarda relación con la situación de este grupo en relación a poder regularizar sus papeles y buscar formas de superar las condiciones de hacinamiento en las que viven.

iii. **Dimensión Antropológica**

a) **Historia e identidad**

Michilla es una localidad que configura su identidad en base a una historia que tiene raíces profundas tanto en las actividades marítimas, ligadas desde tiempos precolombinos a la pesca artesanal, como en las actividades ligadas a la minería.

De este modo, la ligazón con el tema minero tiene su origen en los sucesos que permitieron ocupar y poblar al puerto boliviano de Cobija a mediados del siglo XIX, ya que es a partir de este hecho histórico que la zona de Michilla alcanza notoriedad de manera posterior, fundamentalmente en base al desarrollo de actividades ligadas a la minería.

Cobija tiene una historia de larga data debido a que se trata de un sector costero que fue habitado por indígenas bolivianos en la época precolombina, y que contó con población mayormente indígena durante la colonia, siempre dedicados a la pesca como actividad principal. Esta situación se modificó a partir de los inicios del periodo republicano en Bolivia, aproximadamente a contar del final del primer cuarto del siglo XIX, periodo en el cual población española buscó asentarse en el territorio.

“(...) los primeros habitantes de Cobija fueron españoles, en su mayor parte los que habían sufrido las consecuencias de la guerra de la Independencia, en 1825, quienes ‘solicitaron y obtuvieron del Presidente Santa Cruz el permiso para cobijarse en algún

*punto de la costa’, y ‘se eligió precisamente el lugar que denominaron Cobija, por existir vertientes de agua dulce y también otras salobres’.*⁴⁷

El sector fue un importante centro para el comercio costa-interior, habiendo registros de comerciantes europeos en la época colonial. Así, estas características influyeron en que en el segundo cuarto del siglo XIX se fundara el Puerto Lamar en Cobija, y a partir de allí se organizaran expediciones hacia el interior en búsqueda de minerales metálicos y no metálicos que pudiesen dar pie al surgimiento de polos de desarrollo económico en la zona. Es en este contexto, el de búsqueda de riquezas, en el cual el sector de Michilla es explorado, registrándose ya en la década de 1860 explotaciones de cobre en el sector alto.

Es José Santos Ossa quien descubre los yacimientos de cobre en Michilla, luego de organizar una expedición desde su lugar de residencia en Cobija, lo que se documenta en la siguiente cita:

“En una de ellas [expediciones] penetró hacia el interior, llegó a la planicie de Michilla y su primer hallazgo fue una veta de cobre que bautizó como Carolina, el nombre de su recién nacida hija Carolina Ossa.

*Don José Santos no tardó en hacer los pedimentos mineros correspondientes ante las autoridades bolivianas e inició la explotación de dos de los afloramientos mineralizados de Michilla: Carolina y Panizos Blancos. El mineral producido se escogía a mano pero al parecer sus leyes, del orden del 15% Cu, no alcanzaban a cubrir el altísimo costo de llevarlo a lomo de tropas de asnos hasta Cobija y exportarlos a Inglaterra, lo que determinó la pronta paralización de estas faenas’.*⁴⁸

No obstante, esta paralización fue transitoria ya que a comienzos del siglo XX se descubrió una importante veta de cobre en el sector de Gatico denominada Toldo, pasando de manos de un minero a una gran compañía que necesitó en un momento determinado de otras vetas para hacer rentable su negocio, hecho que tendría que ver directamente con la reactivación de Michilla.

“En 1905 la Casa Gibbs decidió explotar la conocida veta Toldo y para ello creó la Compañía Minera Gatico con un capital de seis millones de pesos.

Dicha compañía minera contrató ingenieros y técnicos ingleses, los que hicieron en la caleta Gatico obras portuarias, instalaron un andarivel de 4 km desde la veta Toldo hasta la costa, montaron allí una planta de concentración gravitacional (jiggs y mesas), y

⁴⁷ Bermúdez, Oscar (1966). “Orígenes Históricos de Antofagasta”. Ilustre Municipalidad de Antofagasta. Antofagasta, 1966. Pág. 14.

⁴⁸ Millán, Augusto (). “La Minería Metálica en Chile en el Siglo XX”. Editorial Universitaria S.A. Santiago. Pág. 40.

construyeron un horno de reverbero con capacidad para fundir una carga de hasta 150 toneladas al día”.⁴⁹

Así, este horno de reverbero necesitaba de una gran cantidad de material para poder funcionar, entendiendo además que el negocio de la Compañía Minera Gatico era el producir lingotes de cobre, por lo que en un momento determinado el material extraído de la veta Toldo era insuficiente, haciéndose necesario complementar la producción en Toldo con otras explotaciones, y fue así como se decidió por explotar los minerales de Michilla.

“Alrededor del año 1910 la veta Toldo ya no podía abastecer toda la carga que necesitaba el horno reverbero aun sumando el concentrado y el mineral de fundición directa, y la Compañía Minera Gatico decide manifestar y comenzar a explotar los ya conocidos yacimientos de la planicie de Michilla. Con minerales escogidos de leyes media de 13 a 15% Cu, en 1913 Michilla abastecía los dos tercios de la carga que requería el pleno uso del horno. Para hacerlo, los ingenieros ingleses proyectaron y construyeron un andarivel de 17 km que bajaba el mineral de Michilla hasta la caleta del mismo nombre donde se construyó una gran tolva de acero con chutes que lo cargaban en grandes lanchones que eran remolcados hasta Gatico, 30 km al Norte de Michilla”.⁵⁰

Esta explotación cerró en 1930 como efecto de la denominada *Gran Depresión* de 1929, pudiendo reabrir recién en la década de 1950 debido al aumento en el precio del cobre y del interés en los yacimientos de la zona expresados por el empresario Sali Hochschild Hirssch.

“Entre los años 1951 y 1959 Sali Hochschild hizo en Michilla innumerables pedimentos y mensuras, compra de pertenencias, sostuvo varios litigios, y al cabo de todas estas gestiones en 1959 era dueño de toda la propiedad minera de la faja que va de Carolina por el Norte hasta Panizos Blancos por el Sur. Hizo mensurar un total de 11 grupos de pertenencias que totalizaban un área de 36.500 hectáreas (...). Sali Hochschild concibió entonces el proyecto de hacer una gran planta de concentración”.⁵¹

Luego de la creación de la Compañía Minera Carolina de Michilla por parte de la familia, los estudios concluyeron que se necesitaba de un capital de seis millones de dólares, para lo cual en 1968 decidieron “vender a CORFO el 45% de las acciones de la Sociedad Carolina de Michilla”⁵², lo cual permitió la construcción de la planta en un plazo de dos años.

⁴⁹ Ídem.

⁵⁰ Ibid, pp. 40-41.

⁵¹ Ibid, pp. 42-43.

⁵² Ibid, pp. 44.

“Esta planta operó sin modificaciones durante 12 años. En el año 1972 CORFO transfirió a ENAMI 30% de sus acciones”⁵³, y posteriormente, “con el advenimiento de las privatizaciones, CORFO licitó en 1980 su 51% de la Compañía Carolina de Michilla el que fue adjudicado al grupo Luksic, el que hasta hoy mantiene su propiedad”⁵⁴.

b) Sitios de Interés

Los sitios de interés identificados en el sector de Caleta Michilla se relacionan más bien con infraestructura comunitaria que con elementos culturales o históricos en el territorio. De esta forma, destaca como parte de este tipo de infraestructura el gimnasio techado de la escuela Lucila Godoy Alcayaga, la posta de salud rural y la plaza de juegos aledaña a esta última.

El gimnasio techado es el principal centro recreativo y deportivo de la localidad ya que se encuentra abierto a la comunidad previo permiso, pudiéndose disputar en el lugar encuentros de baby futbol y basquetbol principalmente. Cuenta con un techo de zinc que es altamente valorado por la comunidad debido al inclemente sol y calor que en ciertas horas del día se siente, lo cual limita la realización de actividades deportivas. Además, su superficie es de pasto sintético, por lo que no requiere uso de agua para su mantenimiento.

Figura 3-155: Gimnasio techado Escuela Lucila Godoy Alcayaga



Fuente: Registro fotográfico en terreno.

La posta de salud rural es una obra municipal que fue terminada en septiembre de 2012, contando con una inversión de \$60.000.000 en una superficie de 150 mts². El lugar cuenta con box de atención para urgencias, cuatro box de atención general, bodega de alimentos y

⁵³ Ídem.

⁵⁴ Ídem.

medicamentos, y los correspondientes servicios higiénicos. Además, en sus dependencias se realiza la atención de rondas médicas. Inmediatamente contiguo a este se encuentra la sede social que alberga a la mayoría de las actividades sociales comunitarias que se desarrollan en la localidad, tales como ocasionales bingos de apoyo a personas enfermas, reuniones internas, reuniones con el municipio y empresas, etcétera.

Figura 3-156: Posta de salud rural



Fuente: Registro fotográfico en terreno.

Por último, la plaza de juegos se erige como el único sitio dentro de Michilla que está equipado con este tipo de infraestructura, permitiendo así que la población infantil de la localidad pueda desarrollar actividades en el espacio público comunitario. Esta obra se enmarca dentro del Programa Chile Barrio del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, y contó con una inversión de \$15.000.000.

Figura 3-157: Plaza de juegos



Fuente: Registro fotográfico en terreno.

c) Organizaciones sociales

La localidad cuenta con dos juntas de vecinos, además de dos centros de madres y está en conformación un club de adulto mayor. Las Juntas de Vecinos N° 6 y N° 14 son las que organizan a la población local en relación a temas de interés comunitario. En lo que respecta a los centros de madres, uno de ellos es la agrupación *Génesis*, mientras que el centro de madres *Nilda Contreras* completa la lista de las organizaciones sociales a nivel local.

d) Festividades

La localidad de Michilla, pese a tener una historia e identidad marcada por la pesca y por la minería, no cuenta con festividades propias de estas actividades en el territorio. No obstante, parte de la población local participa de la festividad de San Pedro, patrono de los pescadores, que se realiza en la ciudad de Mejillones cada día 29 de junio en la bahía de esta ciudad. En la ocasión, parte de la población local se traslada a la ciudad de Mejillones con la finalidad de participar de la festividad y, de esta manera, reforzar los lazos identitarios con la actividad pesquera artesanal, que como ya se ha señalado anteriormente, se encuentra en una fase de latencia.

También en Mejillones se realiza la celebración del aniversario comunal, en la cual también participa parte de la población local, específicamente los alumnos de la Escuela Lucila Godoy Alcayaga de Michilla y los socios de los dos centros de madres de Michilla, los cuales participan en el desfile comunal por las calles de la capital de la comuna. Esta actividad se realiza anualmente el día 8 de octubre y para el traslado se cuenta generalmente con aportes municipales.

En lo que respecta a las actividades propias de la localidad, se celebra la Semana Michillana o también conocida como la Fiesta del Verano en Michilla, la cual es una iniciativa impulsada por el municipio de Mejillones y que tiene como finalidad integrar a las localidades rurales de la comuna dentro de las actividades estivales. Es así como en Michilla esta festividad se desarrolla durante la última semana de febrero, y en la cual se realizan actividades tales como la elección de reinas en las categorías Miss Chiquitita y Miss Verano. Además, el evento cuenta con un cierre a cargo de diferentes artistas locales y de alcance nacional.

e) Pueblos Indígenas

En la localidad de Michilla existía para el año 2002 un total de 2,4% de población indígena, siendo el único pueblo con representación en el territorio el Mapuche, de los cuales un 75% eran hombres y un 25% mujeres. Cabe señalar que al momento de la realización del proceso censal descrito no existía reconocimiento constitucional del pueblo diaguita, por lo que esta variable no está considerada en este punto, no obstante, el territorio de aquí comprendido no se ha identificado como territorio histórico o ancestral diaguita.

Tabla 3–156: Pertenencia a pueblos indígenas según sexo, comuna de Sierra Gorda

Categorías	Hombre	Mujer	Total
Mapuche	3	1	4
Ninguno de los anteriores	96	67	163
Total	99	68	167

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2002, INE.

No obstante, al actualizar la información de organizaciones y/o comunidades indígenas en Michilla, para el año 2014 no se identifica la conformación u operación de éstas en el territorio, ni tampoco la conformación de grupos humanos indígenas. Del mismo modo, el territorio de Michilla no cuenta con reclamaciones territoriales de carácter indígena.

En la localidad de Michilla no se identifican Áreas de Desarrollo Indígena, siendo la más cercana la denominada “ADI Alto El Loa” que abarca a toda la superficie del territorio comprendido entre Calama y Ollagüe en la que se encuentran comunidades atacameñas y quechuas, y que se encuentra ubicada a 148 km aproximados al Este de la localidad de Michilla.

Por tanto, no existen grupos humanos indígenas presentes en el territorio, por lo que no existen tampoco ninguno de los elementos enunciados en el Artículo 18, letra e.10 referido a tales grupos.

iv. **Dimensión Socioeconómica**

a) **Actividades productivas, empleo y desempleo**

La localidad de Michilla, tal como se explicó en detalle en la Dimensión Antropológica del presente documento, se configura en base a las dinámicas propias de la industria minera y de la pesca artesanal, lo cual se complementa con las actividades de servicios al paso debido a su emplazamiento a medio camino entre las ciudades de Tocopilla por el Norte y Mejillones por el Sur.

De esta manera, las actividades ligadas a la minería se encuentran determinadas por las faenas de Minera Michilla en la zona alta y por las actividades desarrolladas por el Muelle Michilla (de Minera Michilla) y el Muelle Esperanza (de Minera Centinela) en el sector costero, ambas relacionadas a las explotaciones del grupo AMSA en la región. En ese sentido, una de las principales fuentes de empleos para la población masculina económicamente activa de la localidad corresponde a los generados de forma tanto directa como indirecta por estas operaciones, lo cual ha implicado un mejoramiento en la empleabilidad de la población local. No obstante, se debe señalar que existen cuatro (4) personas que residen habitualmente en Michilla que trabajan de planta en alguna de las actividades relacionadas a la minería cercanas al poblado, mientras que el resto son empleados por empresas contratistas, lo cual se debe al

no cumplimiento de los requerimientos mínimos educativos para poder acceder a los empleos por parte de la población local, hecho que está directamente relacionado con los problemas de acceso a la educación referidos en el acápite respectivo en este documento. Es por ello que se ha puesto énfasis en la capacitación, trabajando en la línea de generar capacidades que permitan nivelar las condiciones de acceso a la empleabilidad tanto en las compañías del grupo, como en otras compañías e, inclusive, en empresas contratistas. Un ejemplo de ello son las becas entregadas por Minera Esperanza para que jóvenes de Michilla realicen estudios de nivel técnico superior en temas de interés para las empresas del grupo.

Otra de las actividades económicas que se desarrollan en el territorio local tiene que ver con la oferta de servicios a la minería y al paso, los cuales se asocian al tránsito de vehículos por la Ruta 1. La oferta de servicios está dada por la presencia fundamentalmente de restaurantes y hostales, los cuales han tenido un impacto en el desarrollo de un fenómeno inmigratorio que se ha manifestado con mayor énfasis desde el año 2013, y que ha implicado ocupar los puestos de empleos disponibles en el área de servicios principalmente por mujeres provenientes de Bolivia, Perú y Centroamérica. Mientras que gran parte de las mujeres locales participan activamente en los distintos talleres y capacitaciones que se dictan año a año en la localidad, entre las cuales se cuentan los de peluquería, repostería, corte y confección, entre otros.

El número de emprendimientos va a depender de grado de actividad que tenga la industria minera en la zona, aunque siempre la actividad se ha basado en la oferta de servicios al paso con enfoque a los transportistas. Al momento de la campaña de terreno, a finales de julio de 2014, la oferta estaba compuesta de aproximadamente cuatro (4) restaurantes y una (1) hostel, y se destaca el hecho de que el número de hostales había alcanzado a tres (3) hasta hace un tiempo atrás, pero que había empezado a decaer por una merma en el grado de actividad de las faenas mineras aledañas.

Figura 3-158: Oferta de servicios aledaños a Ruta 1, Michilla



Fuente: Registro fotográfico en terreno.

Por último se debe hacer mención a la actividad pesquera de tipo artesanal que se desarrolla en el sector de Michilla, la cual al momento de la realización de la campaña de terreno se encontraba en un momento de cese momentáneo debido a la falta de disponibilidad de recursos marinos, hecho que se modificó parcialmente en los meses de agosto y septiembre para volver a entrar en un estado de inactividad. Lo anterior da cuenta de un proceso paulatino de estancamiento de la actividad debido a distintos motivos que se pasan a detallar a continuación.

El principal factor que puede explicar la situación descrita guarda relación con la falta de recambio generacional que han debido enfrentar los antiguos pescadores de la caleta, esto debido a que la juventud no se ha interesado en continuar con la actividad, además de que este grupo de población debe salir de la localidad para poder realizar sus estudios primarios y/o secundarios, lo cual ayuda al hecho de que se establezcan en los lugares de destino, tales como Mejillones o Antofagasta, debido a la mayor oferta educacional y/o laboral en dichas ciudades.

Otro factor guarda relación con la falta de disponibilidad de recursos marinos que se ha evidenciado por SERNAPESCA en el borde costero de Michilla, lo cual se complementa con los bajos precios de los productos en el mercado. De este modo, a julio de 2014 se identifican cuatro (4) pescadores, de los cuales uno (1) ejerce la actividad con mayor regularidad. Todos ellos presentan características similares en relación al grupo etario, personas mayores a los 60 años, y en relación a su condición socioeconómica, ya que se trata de personas que reciben pensión básica solidaria de vejez.

Este proceso de estancamiento de la actividad queda claramente graficado en las cifras de desembarque de recursos pesqueros de los años 2011, 2012 y 2013, los cuales muestran una considerable baja en los últimos dos años.

Tabla 3–157: Desembarques por especie años 2011, 2012 y 2013, Caleta Michilla

Año	Especie	Toneladas
2011	Chascón o Huiro	126,7
	Huiro Palo	88,9
	Pulpo del Norte	0,1
	Total Año	215,7
2012	Apañado	0,1
	Cabrilla Española	0,3
	Cojinoba del Norte	0,6
	Congrio Colorado	0,1
	Corvina	0,2
	Dorado de Altura	0,1
	Jurel	0,2
	Lapa	0,1
Pulpo del Norte	2,5	

Año	Especie	Toneladas
	Erizo	2,4
	Total Año	6,6
2013	Apañado	0,2
	Cabinza	0,2
	Cabrilla Común	0,2
	Cojinoba del Norte	0,7
	Congrio Colorado	0,3
	Congrio Negro	0,3
	Lisa	0,3
	Pejerrey de Mar	0,6
	Pejeparro	0,1
	Rollizo	0,1
	Lapa Negra	1,1
	Pulpo del Norte	0,5
	Erizo	0,1
	Total Año	4,7

Fuente: SERNAPESCA Mejillones, 2014.

No obstante, es necesario señalar que la actividad pesquera artesanal en el borde costero del Norte grande tiene dinámicas particulares asociadas a ciclos propios de la actividad, por lo que este proceso de estancamiento descrito en los párrafos anteriores corresponde a un ciclo de latencia, el cual puede modificarse a partir de una mayor disponibilidad de recursos y, fundamentalmente, a partir de un aumento exponencial del precio de algún producto en particular, tal como podría ser el Pulpo del Norte, principal especie de la costa Michillana. Esta situación se ha registrado a través de la historia de Michilla (auge del Pulpo del Norte en año 2004, por ejemplo) por lo que es posible afirmar que la actividad pesquera se desarrolla dentro de un marco dado por ciclos de emergencia y latencia, y en la actualidad la pesca artesanal en Michilla se encuentra en un estado de latencia a la espera de una mejora en las condiciones descritas que permita la aparición de un ciclo de auge pesquero, que puede estar asociado fundamentalmente a la especie Pulpo del Norte.

v. Dimensión Bienestar Social Básico

a) Educación

La localidad de Michilla cuenta con solo un establecimiento educacional, Escuela Lucila Godoy Alcayaga G-98, el cual imparte enseñanza básica hasta 6º año, no contando con establecimientos que impartan enseñanza básica completa ni enseñanza media. La escuela es gratuita y de dependencia municipal, con una matrícula para el año 2014 de treinta (30) alumnos y que estructura su funcionamiento como escuela bidocente con cursos multigrado. De esta manera, existen dos cursos multigrado en el establecimiento, en donde el primero de ellos

imparte 1º, 2º y 3º año básico, con un total de quince (15) alumnos de los cuales nueve (9) son mujeres y seis (6) son hombres; mientras que el segundo curso multigrado imparte 4º, 5º y 6º año básico, también con quince (15) alumnos y con la misma proporción de hombres y mujeres que el primer curso descrito.

Figura 3-159: Escuela Básica Lucila Godoy Alcayaga G-98, Michilla



Fuente: Registro fotográfico en terreno.

Debido a lo descrito en el párrafo anterior es que la población que debe acceder a 7º año básico en adelante debe necesariamente salir de la localidad, principalmente hacia la ciudad de Mejillones ya que este es el lugar más cercano que cuenta con una mayor oferta de establecimientos educacionales. Se estima por parte de la escuela que para el año 2014 el promedio de alumnos que viajan diariamente a Mejillones es entre 15 a 20 aproximadamente, los cuales cuentan con el aporte de la municipalidad en el traslado a través de la puesta a disposición de un bus con una frecuencia diaria, el cual tiene salidas desde Michilla a las 07:00 horas y regreso desde Mejillones a las 19:00 horas, a excepción de los viernes en que el bus regresa a las 13:00 horas.

En relación a la infraestructura con la que cuenta la escuela de Michilla, es posible mencionar una sala PIE⁵⁵, sala de computación con 15 módulos, biblioteca, gimnasio techado y cancha de pasto sintético. Además, las salas de clases cuentan con proyector, telón y computador, aunque se evidencian problemas con la conectividad a internet.

⁵⁵ PIE es una estrategia del sistema escolar, que tiene el propósito de contribuir al mejoramiento continuo de la calidad de la educación que se imparte en el establecimiento educacional, favoreciendo la presencia en la sala de clases, la participación y el logro de los aprendizajes esperados de “todos y cada uno de los estudiantes”, especialmente de aquellos que presentan necesidades educativas especiales (NEE), sean éstas de carácter permanente o transitorio.

Una de las características que destacan a la Escuela Básica Lucila Godoy Alcayaga es su compromiso con el medio ambiente, hecho que fue reconocido con el Premio Nacional del Medioambiente 2012 en la categoría Aporte Social a la Sustentabilidad, entregado por el Ministerio de Medio Ambiente. Este premio busca reconocer a las escuelas que se comprometen con una visión orientada al cuidado del medioambiente, lo cual se llevó a cabo en la escuela a partir de la puesta en práctica de diversas acciones tales como un proyecto de compostaje para abono de tierra en base a lombrices, sistema solar para la generación de agua caliente, recogida y reciclaje de basura en la localidad dos días a la semana, y aprendizaje en cuidado de aves y árboles frutales. En todas estas actividades participa la totalidad del alumnado de la escuela.

Respecto a los resultados de la escuela en la prueba SIMCE, estos varían año a año en relación a las características particulares de cada curso, lo cual es un factor de gran importancia en la localidad debido a que existe una dinámica que se basa en las condiciones del mercado del cobre: es decir, cuando el cobre está bajo, eso implica menor cantidad de trabajo en mineras cercanas y, con ello, baja el número de alumnos, aunque se destaca el hecho de que la deserción escolar es mínima. Del mismo modo, la escuela receptiona a todo tipo de alumnos, por lo que no discrimina a niños con problemas de integración y/o problemas de aprendizaje.

Con todo, los resultados en la prueba SIMCE de los 4º básicos muestran que para el año 2012 el puntaje general fue de 239, levemente por encima del promedio obtenido el año 2010 que alcanzó los 230 puntos. Al desglosar la información según prueba específica, es posible señalar que para la prueba de Comprensión de Lectura el promedio para el año 2012 fue de 237 puntos, mientras que para el año 2010 fue de 243 puntos; los resultados de la prueba de Matemáticas muestran que para el año 2012 el promedio fue de 242 puntos, mientras que en 2010 alcanzó los 236 puntos; finalmente, los resultados de la prueba de Historia y Geografía y Ciencias Sociales sólo están disponibles para el año 2010, en el cual se obtuvo un promedio de 211 puntos.

b) Salud

La localidad de Michilla cuenta con una Posta de Salud Rural, la cual en la práctica actúa como Estación Médico Rural debido a que no cuenta con un profesional o técnico de salud en forma permanente, debiendo la población ser atendida bajo la modalidad de rondas médicas. Este establecimiento es de dependencia municipal, y forma parte de la Red de Salud Norte, dependiente del Servicio de Salud de Antofagasta.

La ronda médica se realiza con una frecuencia mensual, desarrollándose específicamente el último día miércoles de cada mes, entre las 9:00 y las 13:00 horas en las dependencias de la Posta de Salud Rural de Michilla. Esta ronda cuenta con presencia de médico general, dentista y matrona, además de realizar la entrega de alimentos y fármacos a niños, adultos mayores y

personas atendidas en el programa de crónicos, programa en el cual están inscritas un total de 17 personas en el sector. Además, se realiza una visita trimestral orientada específicamente al control de las personas inscritas en este programa, por lo que esta visita cuenta con la presencia de especialistas.

La localidad cuenta con una seria deficiencia en lo que a atención de salud se refiere, ya que además de no contar con personal médico ya sea técnico o profesional, no cuenta con capacitación comunitaria en curaciones o colocación de inyecciones. En caso de problemas médicos se debe acudir en vehículo particular al Hospital de Mejillones, lo cual es particularmente complejo en caso de emergencias, mientras que los partos son derivados al Hospital Regional de Antofagasta.

c) Vivienda

Según el Censo del 2002, se registraron en la localidad un total de 71 viviendas, de las cuales un 87,3% se encontraban ocupadas (76,1% con personas presentes y un 11,3% con personas ausentes), mientras que 12,7% se encontraban desocupadas. Del total de viviendas a nivel local, incluyendo ocupadas y desocupadas, predominaban las de tipo casa con un 57,7%; seguido en importancia por las viviendas del tipo mejora-mediagua con un 40,8%; y las del tipo otra vivienda particular con un 1,4%.

Complementariamente, de las 54 viviendas individualizadas en la categoría de ocupadas con personas presentes, la gran mayoría correspondía al tipo casa, con un 57,4%; mientras que la segunda tipología de vivienda en importancia a escala local correspondía al tipo mejora-mediagua, representando un 40,7% del total de viviendas.

En relación a la propiedad de las viviendas ocupadas con personas presentes, es posible señalar que para 2002 predominaban las de tipo gratuita con un 44,4%; seguido en importancia por las de tipo propia pagada totalmente con un 27,8%; además de las viviendas propias pagándose a plazo con un 14,8%; las cedidas por trabajo o servicio con un 9,3%; y finalmente las viviendas en arriendo con un 3,7%.

Tabla 3-158: Propiedad de vivienda según tipo, localidad de Michilla

Tipo de Vivienda	Propiedad de la Vivienda					Total
	Propia (pagada totalmente)	Propia (pagando a plazo)	Arrendada	Cedida por trabajo o servicio	Gratuita	
Casa	12	5	1	3	10	31
Mejora, mediagua	3	3	0	2	14	22
Otro tipo de vivienda particular	0	0	1	0	0	1
Total	15	8	2	5	24	54

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2002, INE.

Al comparar la información censal con los datos obtenidos en terreno en julio de 2014, es posible afirmar que el número de viviendas ha aumentado (pese a que el número de población se ha mantenido en los últimos años) debido a la generación de un proceso migratorio basado en una inmigración de tipo internacional que ha ocupado y construido de manera precaria sus viviendas desde el año 2011 en el sector Norte de Michilla, al lado oriente del eje de la Ruta 1. De este modo, se contabiliza en esta toma un total de 15 viviendas, las cuales se erigen en un terreno de propiedad de Bienes Nacionales pero dentro de los límites del plano regulador de Michilla realizado por la Ilustre Municipalidad de Mejillones.

Respecto a la materialidad de las viviendas, específicamente referida a los materiales empleados en las paredes exteriores, es posible señalar que para 2002 predominaban las de tipo madera o tabique forrado con un 83,3%; seguido en importancia por las de tipo paneles estructurados con un 9,3%; y de las viviendas de internit con un 3,7%. Las categorías de materialidad de muros exteriores alcanzaban cifras para Michilla inferiores a los dos puntos porcentuales.

Tabla 3–159: Material de las paredes exteriores, localidad de Michilla

Categorías	Casos
Hormigón armado, piedra	1
Paneles estructurados, bloque (prefabricado)	5
Madera o tabique forrado	45
Internit	2
Desechos (lata, cartones, plástico, etc.)	1
Total	54

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2002, INE.

En cuanto al material del piso, el Censo del 2002 registró que la tipología más extendida era el radier con un 48,1%; seguido en importancia por las de tipo entablado con un 24,1%; por las viviendas con piso de plástico con un 16,7%; y por las viviendas con piso de tierra con un 9,3%. La categoría de materialidad de piso del tipo baldosín cerámico alcanzaba una cifra del 1,8%.

Tabla 3–160: Material de piso, localidad de Michilla

Categorías	Casos
Baldosín cerámico	1
Entablado (madera)	13
Plásticos (flexit, linóleo, etc.)	9
Radier	26
Tierra	5
Total	54

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2002, INE.

El material predominante de la cubierta de los techos de las viviendas de Michilla el año 2002, era el tipo Zinc con un 51,8%; seguido en importancia por la tipología pizarreño con un 37%; y por el tipo fonolita con un 5,6%. Las categorías de materialidad de techos restantes alcanzaban cifras comunales inferiores al 5% cada una.

Tabla 3–161: Material de cubierta de techos, localidad de Michilla

Categorías	Casos
Tejas (arcilla, metálica, cemento)	2
Zinc	28
Pizarreño	20
Fonolita	3
Desechos (lata, cartones, plástico, etc.)	1
Total	54

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2002, INE.

En base a la información recopilada en terreno, fue posible constatar que en términos de materialidad de las viviendas la situación descrita en el proceso censal de 2002 no ha variado significativamente a lo largo del tiempo, manteniendo un carácter que es posible denominar como de materialidad precaria que está dominado por viviendas de material ligero. A lo anterior se suma el terreno tomado por personas extranjeras fundamentalmente, cuyas viviendas han aportado a la generación de un proceso de precarización de las viviendas en Michilla, producto de que las éstas han sido construidas con materiales ligeros, principalmente desechos e internit.

d) Acceso a Servicios Básicos

Según los datos entregados por el Censo 2002, el acceso a la electricidad a nivel local estaba dado por un porcentaje bajo de cobertura de la red pública (o compañía eléctrica) en relación a los estándares comunales, representando un 87% de cobertura a nivel comunal; mientras que el porcentaje de viviendas sin cobertura eléctrica de ningún tipo alcanzaba en 2002 el 13%.

Tabla 3–162: Origen de la electricidad, localidad de Michilla

Categorías	Casos
Red pública (Cía. Electricidad)	47
No tiene	7
Total	54

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2002, INE.

Según la información obtenida a partir del trabajo de campo, fue posible establecer que la energía eléctrica es administrada por la compañía ELECDA, con un 100% de cobertura domiciliaria en la localidad de Michilla, a excepción del sector de toma que no cuenta con disponibilidad de este servicio debido a su condición de ocupación irregular de los terrenos. Lo anterior fue posible a partir de una colaboración público-privada entre la Ilustre Municipalidad de

Mejillones y el grupo AMSA, que permitió transformar la energía transmitida hacia la operación de alta a baja tensión y, con ello, se pudo desarrollar un proyecto de alumbrado público y conseguir la conexión domiciliaria, hoy administrada por ELECDA.

Según los datos entregados por el Censo 2002, el acceso al agua potable a nivel comunal estaba dado por un 98,1% de cobertura de la red pública (o compañía Agua Potable); seguido en importancia por la tipología río vertiente, estero con un 1,9%; no existiendo viviendas ocupadas sin acceso al recurso.

Tabla 3–163: Origen del agua, localidad de Michilla

Categorías	Casos
Red pública (Cía. Agua Potable)	53
Río, vertiente, estero	1
Total	54

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2002, INE.

En relación al agua potable, los datos censales registraron de manera equivocada la realidad del sector en lo referido a la cobertura de agua potable, la cual siempre se realizó de manera particular a través de agua traída desde Mejillones y, complementariamente, a través de camiones aljibes por parte de la municipalidad. Aclarado el punto es que, según la información recopilada en el trabajo de terreno, es posible determinar que en los últimos años se ha mejorado notablemente la disponibilidad del recurso, se ha mejorado su calidad y distribución, fundamentalmente a partir de una alianza público-privada entre el municipio y el grupo AMSA a través del desarrollo de un proyecto de planta desaladora de agua de mar y de reposición de la red de alcantarillado a nivel local con un costo total de \$1.200 millones de pesos.

En específico, el proyecto es administrado por los propios vecinos a través de un Comité de Agua Potable Rural y consta de un pozo de captación de agua de mar ubicado en la costa con una profundidad de 10 metros, y que a través de una bomba impulsa el agua captada y filtrada (sin arena) hasta la planta desaladora.

Figura 3-160: Captación agua de mar, Michilla



Fuente: Registro fotográfico en terreno.

Es aquí en donde se realiza el tratamiento del agua a través de la aplicación de diferentes productos químicos que permiten desalar el recurso y tratarlo, pudiendo así quedar apto para el consumo humano. Este proceso se realiza de manera bimensual y concentra la mayor parte de los costos de operación, los que ascienden al millón de pesos por cada periodo, incluyendo el costo del petróleo para el generador eléctrico con el que funciona la planta, lo cual asegura continuidad del abastecimiento pese a eventuales cortes en el suministro eléctrico.

Figura 3-161: Planta desaladora, Michilla



Fuente: Registro fotográfico en terreno.

Posteriormente, y nuevamente a través de un sistema de bombeo por cañería, el agua ya desalada es trasladada hacia los estanques acumuladores ubicados en el sector alto de Michilla, en el lado oriente de la Ruta 1. La localidad cuenta con una capacidad instalada de acumulación del orden de los 75.000 litros, distribuidos en tres estanques con capacidad de 25.000 litros cada uno. Desde ahí el agua es trasladada hacia las viviendas a través de la red de alcantarillado de manera gravitacional, pudiendo cubrir los 98 arranques con los que cuenta la localidad, de los cuales actualmente están habilitados 91 en total, incluyendo las viviendas ubicadas en el sector de toma. En definitiva, se estima que el costo de producción del recurso es de \$1.800 por mt^3 generado.

Como ya se señaló anteriormente, la planta es administrada localmente para lo cual se capacitó a una persona de Michilla en operación y mantención, permitiendo el abastecimiento en temporada alta de un día por cada carga de los estanques, es decir, 75.000 litros de agua al día. En promedio una familia Michillana consume 2.500 mts^3 mensualmente y existe un cobro diferenciado a vecinos y a hostales y restaurantes ya que para el primer grupo se cobra a

\$2.000 el m^3 y para el segundo se cobra a \$5.000 el m^2 , esto debido al mayor consumo que estos emprendimientos tienen debido a las actividades que realizan. La administración ha definido que en caso de mora, existe corte del servicio al segundo mes, y en caso de no regularizarse la situación se procede a la desconexión del servicio al tercer mes, lo cual ha asegurado que se puedan cubrir los costos de operación del sistema. Cabe destacar que tanto la posta, la escuela y la sede comunitaria de Michilla están exentas del pago del servicio.

Por último, en relación a la disponibilidad de servicio higiénico de las viviendas ocupadas identificadas en el Censo de 2002, se observaba que un 74,1% del total se encontraba conectado a fosa séptica; seguido en importancia por el tipo cajón sobre pozo negro con un 16,7%; mientras que un 7,4% estaba conectado a alcantarillado. Un 1,8% del total del universo muestral no tenía disponibilidad de servicio higiénico de ningún tipo.

Tabla 3–164: Disponibilidad de servicio higiénico, localidad de Michilla

Categorías	Casos
Conectado a alcantarillado	4
Conectado a fosa séptica	40
Cajón sobre pozo negro	9
No tiene	1
Total	54

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2002, INE.

3.15.4 Conclusiones

La localidad de Sierra Gorda se emplaza sobre el eje de la Ruta 25, en la ruta que une Antofagasta con Calama en dirección Sur-Norte, a 67 kilómetros al Sur de la ciudad de Calama y a 147 kilómetros al Norte de la capital regional Antofagasta, esta vía es el eje estructurante del entramado urbano dividiendo la localidad en dos y conectando a la localidad con la Provincia del Loa hacia el Norte.

Los datos del Censo de Población y Vivienda del año 2002 mostraban que la localidad de Sierra Gorda tenía una población de 428 personas, siendo 228 de ellas hombres (53,2%) y 200 mujeres (46,7%), por lo que se evidenciaba un índice de masculinidad de 114, lo cual indicaba que por cada 100 mujeres hay 114 hombres a nivel local, cifra que superaba el índice provincial (108,44), regional (107,71), y en mayor medida el índice a nivel nacional (97,1).

La rama económica más importante se encuentra en el sector terciario que representa el 66% de la población ocupada de Sierra Gorda. En relación a la categoría ocupacional de la población local, es posible señalar que un 86% de ésta se encontraba al año 2002 en la categoría de Trabajador Asalariado. De este grupo un total de un 72% son hombres y un 28% son mujeres.

Existe en Sierra Gorda, actualmente, una percepción fundada en la observación cotidiana de sus habitantes, que a partir de la apertura de las grandes faenas mineras la localidad ha recibido a una importante cantidad de personas de otros sectores de la Región, del país y del extranjero, lo que ha aumentado la población hasta las 1.500 personas aproximadamente.

Para los habitantes de Sierra Gorda las celebraciones ligadas al calendario religioso son fundamentales para la renovación de votos de fe. Las festividades más importantes son: Fiesta de la Virgen del Carmen, celebrada el 16 de Julio; Fiesta de San Lorenzo (Día del Minero), celebrada el 10 de agosto; y la Romería a Cementerio de Caracoles, celebrada el 6 de junio.

La localidad está fuertemente influenciada por las actividades industriales que se desarrollan en su territorio, las cuales están ligadas principalmente con la industria minera, las que se catalogan como parte de la industria de minería metálica. La localidad de Sierra Gorda ha desarrollado el comercio como una actividad económica importante y con carácter de negocio “propio” o como una segunda fuente de ingresos aprovechando la cercanía de proyectos mineros y por ser un pueblo de paso en la Ruta 25 que une la ciudad de Calama con la comuna de Sierra Gorda. Sus habitantes, también están vinculados a las actividades o proyectos mineros de la zona, mediante la prestación de servicios tipo contratistas, los que incluyen el arriendo de casas, alimentación, maestranzas, entre otros.

Los servicios básicos presentes en la localidad de Sierra Gorda, han mejorado durante los últimos años, hecho que se explica principalmente por las intervenciones de las empresas mineras en la zona, al año 2014, por ejemplo, la cobertura de electricidad es a través de la compañía Elecda, por un proyecto gestionado por compañía minera El Tesoro el año 2006 llegando la cobertura de este servicio al 100% de los hogares de Sierra Gorda.

Para la localidad de Michilla es posible concluir que históricamente ha estado estrechamente ligada a la minería y a la pesca, además de tener una historia comercial que en el último tiempo se ha ligado a las actividades relacionadas con servicios al paso, lo cual se debe a la ubicación aledaña a la Ruta 1 que conecta a la ciudad de Antofagasta con las de Mejillones, Tocopilla e Iquique, por lo que es un paso obligado de empresas de transporte de carga y de pasajeros que hacen esta ruta por el litoral costero del Norte grande. La red vial se compone entonces de la Ruta 1, además de la Ruta B-216; mientras que los caminos internos de la localidad no están pavimentados, lo cual genera molestias en los vecinos debido al polvo que se genera.

La ciudad de Mejillones actúa como cabecera comunal y principal lugar de atracción para la población local en lo que respecta a la oferta de bienes y servicios, lo cual se debe principalmente a la mayor cercanía con esta ciudad, y para trasladarse no cuentan con buses ni taxis, debiendo ocupar vehículos particulares.

El número de habitantes en 2014 alcanza a un total de 162 personas, cifra que está levemente por debajo de la consignada en la encuesta censal de 2002, año en el cual tenía una población

de 167 personas, con un índice de masculinidad de 145,6. A lo anterior se debe agregar un fenómeno de inmigración internacional que data de 2011 motivado por una creciente oferta laboral existente en Michilla generada por los distintos emprendimientos orientados a actividades de servicios para la minería y transportistas que circulan por la Ruta 1. Las actividades ligadas a la minería se encuentran determinadas por las faenas de Minera Michilla en la zona alta y por las actividades desarrolladas por el Muelle Michilla (de Minera Michilla) y el Muelle Esperanza (de Minera Centinela) en el sector costero. Mientras que la pesca artesanal se encuentra en un ciclo de latencia, el cual puede modificarse a partir de una mayor disponibilidad de recursos y, fundamentalmente, a partir de un aumento exponencial del precio de algún producto en particular, tal como podría ser el Pulpo del Norte, hecho que históricamente se ha repetido de manera cíclica, por lo que se concluye que la actividad pesquera se desarrolla dentro de un marco dado por ciclos de emergencia y latencia en el territorio.

La localidad presenta problemas en el acceso a la educación debido a que cuenta con solo un establecimiento educacional, Escuela Lucila Godoy Alcayaga G-98, el cual imparte enseñanza básica hasta 6º año, no contando con establecimientos que impartan enseñanza básica completa ni enseñanza media, debiendo ser necesario trasladarse a la ciudad de Mejillones para completar los estudios básicos y medios, mientras que los estudios superiores se cursan principalmente en la ciudad de Antofagasta. En el tema de la salud, Michilla cuenta con una Posta de Salud Rural que funciona como Estación Médico Rural a través del sistema de rondas médicas con una frecuencia mensual, además de atención de pacientes crónicos con médicos especialistas de forma trimestral.

Pese a que el número de población se ha mantenido desde 2002, el número de viviendas ha aumentado debido al proceso inmigratorio señalado anteriormente, el cual ha ayudado a profundizar la precariedad que se observa a nivel general en la materialidad de las viviendas: No obstante, Michilla muestra un gran avance en el tema del acceso a los servicios básicos, el cual ha sido impulsado a través de una alianza público-privada con fuerte apoyo de la minería tanto en la electricidad y el agua potable. Un ejemplo de ello se encuentra en la habilitación de una planta desaladora y toda la infraestructura de distribución del recurso, todo lo cual ha permitido asegurar el consumo de agua potable en la localidad a un costo significativamente menor al de hace unos años atrás.

3.16. Proyectos que cuenten con RCA vigente

3.16.1 Introducción

En el presente acápite se entrega la revisión de proyectos con Resolución de Calificación Ambiental vigente, de acuerdo a lo establecido en la Ley N° 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente y el Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental (D.S. N° 40/2012).

En este caso se consideraron aquellos proyectos cercanos al Proyecto. Para el Sector Muelle Esperanza y Ductos se consideraron los proyectos con un buffer de 1 km por lado. En el caso del Sector Mina-Planta, se consideró un buffer de 1 km y proyectos cercanos a Sierra Gorda que podrían tener información relevante para definir la línea de base de calidad del aire.

3.16.2 Metodología

Para poder identificar los Proyectos aprobados ambientalmente cercanos al Proyecto se utilizó el servicio de búsqueda de proyectos del Servicio de Evaluación Ambiental⁵⁶, donde se puede acceder a los expedientes de los proyectos, realizando una búsqueda por Región, siendo posible descargar dicha información en formato KMZ.

Se realizó una búsqueda de proyectos, cercanos al área de presente Proyecto, considerando para ello un radio de 1 km, para cada uno de los sectores del Proyecto. En el Sector Mina-Planta se consideraron también los proyectos que podrían ser relevantes para definir la línea de base de calidad del aire, cercanos a Sierra Gorda (receptor sensible más cercano).

Se consideró la existencia de impactos significativos, para el posterior análisis en el Capítulo 4 Evaluación y predicción de impactos ambientales, por lo que se revisaron los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) cercanos al Proyecto "Desarrollo Minera Centinela". Las Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA) son aquellas donde se expresa el cumplimiento de la legislación ambiental vigente y se justifica fundadamente la inexistencia de aquellos efectos, características o circunstancias del Artículo 11, por lo que no se consideraron impactos asociados a proyectos que hayan ingresado al sistema bajo ese formato.

3.16.3 Resultados

Según lo indicado en el Artículo 12, literal b) de la Ley 19.300, modificada por la Ley N° 20.417, se debe hacer mención en la Línea de Base a todos los proyectos que cuenten con Resolución

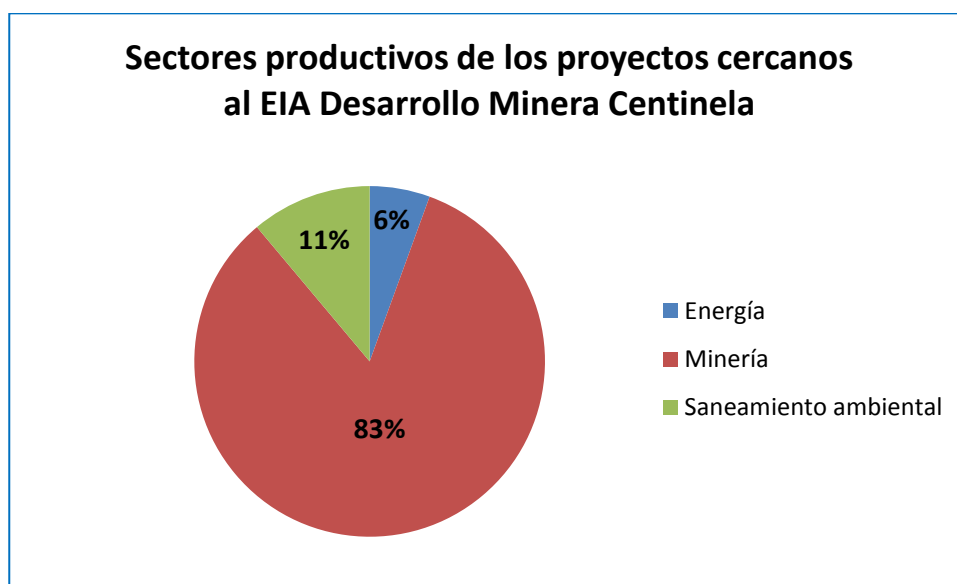
⁵⁶ Mayores antecedentes en: <http://seia.sea.gob.cl/busqueda/buscarProyecto.php>

de Calificación Ambiental (RCA), aun cuando no se encuentren operando. Así, en el proceso de elaboración de la presente Línea de Base se consideraron los proyectos de la zona en relación a cada componente ambiental descrito y analizado.

De acuerdo a los criterios utilizados se identificaron 72 proyectos con RCA en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), en la Región de Antofagasta, desde 1994 hasta la fecha (marzo 2015).

En cuanto al sector productivo en el cual se enmarcan estos proyectos, se puede decir que hay una predominancia de proyectos relacionados con la minería (83%), con 60 proyectos, mientras el sector energético cuenta con 4 proyectos, y el sector saneamiento ambiental con 8 (Figura 3-162).

Figura 3-162: Sectores productivos de los proyectos cercanos al EIA “Desarrollo Minera Centinela”



Fuente: Elaboración propia en base datos del SEIA.

En la Tabla 3–165 se presenta el listado de proyectos con RCA vigente cercanos al área de emplazamiento del EIA “Desarrollo Minera Centinela”, con sus principales características.

Tabla 3–165: Proyectos con RCA vigente entorno al presente Proyecto

N°	Sector del Proyecto DMC	Nombre del Proyecto	Titular	Forma de ingreso	Comuna	Fecha presentación	Fecha calificación	Inversión en US\$	Tipología
1	Mina-Planta	Prospección Minera Penacho Blanco	Antofagasta Minerals S.A.	DIA	Sierra Gorda	23 Mar 2012	31 Jul 2012	\$15.000.000	i-Proyecto de desarrollo minero sobre 5000 tons/mens
2	Mina-Planta	Prospección Minera Caracol	Minera Peregrine Ltda.	DIA	Sierra Gorda	23 Mar 2007	17 Jul 2007	\$360.000	i-Proyecto de desarrollo minero sobre 5000 tons/mens
3	Mina-Planta	Proyecto Óxidos Encuentro	Minera Centinela	EIA	Sierra Gorda	06 Dic 2012	06 Ago 2013	\$600.000.000	i-Proyecto de desarrollo minero sobre 5000 tons/mens
4	Mina-Planta	Prospección Minera Caracoles	Compañía Contractual Minera Caracoles	DIA	Sierra Gorda	05 Feb 2008	18 Jun 2008	\$15.000.000	i-Proyecto de desarrollo minero sobre 5000 tons/mens
5	Mina-Planta	Prospección Minera Telégrafo	Minera Centinela	DIA	Sierra Gorda	08 Oct 2007	26 Ene 2008	\$8.000.000	i-Proyecto de desarrollo minero sobre 5000 tons/mens
6	Mina-Planta	Proyecto Esperanza	Minera Centinela	EIA	Mejillones-Sierra Gorda	21 Ago 2007	23 Jun 2008	\$1.500.000.000	i-Proyecto de desarrollo minero sobre 5000 tons/mens
7	Mina-Planta	Sondajes de Prospección Sector Corredor TYC y Ajustes operacionales	Antofagasta Minerals S.A.	DIA	Sierra Gorda	31 Ene 2014	03 Jul 2014	\$30.000.000	i.2 Prospecciones y exploraciones

N°	Sector del	Nombre del	Titular	Forma	Comuna	Fecha	Fecha	Inversión en	Tipología
8	Mina-Planta	Tercera Actualización Proyecto Esperanza	Minera Centinela	DIA	María Elena-Mejillones-Sierra Gorda	09 Nov 2011	16 May 2012	\$200.000.000	i-Proyecto de desarrollo minero sobre 5000 tons/mens
9	Mina-Planta	Cuarta Actualización del Proyecto Esperanza - Optimización del Proceso	Minera Centinela	DIA	Sierra Gorda	14 Jun 2013	06 Dic 2013	\$350.000.000	i-Proyecto de desarrollo minero sobre 5000 tons/mens
10	Mina-Planta	Unidad de Filtrado de Aceites Usados	Minera Centinela	DIA	Sierra Gorda	29 Sep 2010	14 Ene 2011	\$200.000	o-Plantas de tratamiento y/o disposición de residuos peligrosos, incluidos los infecciosos
11	Mina-Planta	Segunda Actualización Proyecto Esperanza	Minera Centinela	DIA	María Elena-Mejillones-Sierra Gorda	15 Abr 2010	17 Ago 2010	\$4.500.000	t-Ingreso voluntario
12	Mina-Planta	Prospección Minera Sector Esperanza	Antofagasta Minerals S.A.	DIA	Sierra Gorda	05 Ago 2004	13 Oct 2004	\$10.000.000	i-Proyecto de desarrollo minero sobre 5000 tons/mens
13	Mina-Planta	Lixiviación del Acopio de Mineral Oxidado	Minera Centinela	DIA	Sierra Gorda	29 Sep 2008	17 Feb 2009	\$75.000.000	i-Proyecto de desarrollo minero sobre 5000 tons/mens

N°	Sector del	Nombre del	Titular	Forma	Comuna	Fecha	Fecha	Inversión en	Tipología
14	Mina-Planta	Continuidad Operacional Minera El Tesoro: Explotación Yacimiento Mirador y Ampliación Superficie Depósito de Ripios	Minera Centinela	DIA	Sierra Gorda	19 Mar 2010	29 Jul 2010	\$78.650.000	i-Proyecto de desarrollo minero sobre 5000 tons/mens
15	Mina-Planta	Continuidad Operacional de Minera El Tesoro: Explotación de Yacimientos de Óxidos del Distrito Sierra Gorda	Minera Centinela	DIA	Sierra Gorda	10 Jul 2007	23 Nov 2007	\$85.230.000	i-Proyecto de desarrollo minero sobre 5000 tons/mens
16	Mina-Planta	Uso de Aceites lubricantes residuales en la Fragmentación de rocas en Minera El Tesoro	Minera Centinela	DIA	Sierra Gorda	07 May 2004	24 Jul 2004	\$20.000	ñ-Producción, almacenamiento, disposición o reutilización o transporte por medios terrestres de sustancias inflamables, (sustancias señaladas en las clases 3 y 4 de la NCh. 2120/Of. 89)
17	Mina-Planta	Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos	Minera Centinela	DIA	Sierra Gorda	18 Jul 2006	24 Nov 2006	\$50.000	o-Sistemas de tratamiento y/o disposición de residuos industriales sólidos

N°	Sector del	Nombre del	Titular	Forma	Comuna	Fecha	Fecha	Inversión en	Tipología
18	Mina-Planta	Optimización de la Capacidad de Tratamiento de Mineral	Minera Centinela	DIA	Sierra Gorda	29 Mar 2005	22 Jul 2005	\$20	i-Proyecto de desarrollo minero sobre 5000 tons/mens
19	Mina-Planta	Ampliación de Capacidad de Almacenamiento de Combustible en Minera El Tesoro	Minera Centinela	DIA	Sierra Gorda	15 Abr 2008	25 Jul 2008	\$706.000	ñ-Producción, almacenamiento, disposición o reutilización o transporte por medios terrestres de sustancias inflamables, (sustancias señaladas en las clases 3 y 4 de la NCh. 2120/Of. 89)
20	Mina-Planta	Aumento de la Capacidad de Almacenamiento de Ácido Sulfúrico	Minera Centinela	DIA	Sierra Gorda	24 Abr 2009	21 Jul 2009	\$4.500.000	ñ-Producción, almacenamiento, disposición o reutilización o transporte por medios terrestres, de sustancias corrosivas o reactivas, que se realicen con una periodicidad mensual o mayor, en una cantidad igual o superior a 120000 Kg/día
21	Mina-Planta	Prospección Mirador	Antofagasta Minerals S.A.	DIA	Sierra Gorda	10 Feb 2009	29 May 2009	\$10.000.000	i-Proyecto de desarrollo minero sobre 5000 tons/mens

N°	Sector del	Nombre del	Titular	Forma	Comuna	Fecha	Fecha	Inversión en	Tipología
22	Mina-Planta	Planta Termo Solar para Calentamiento de Soluciones	Minera Centinela	DIA	Sierra Gorda	12 Jul 2011	15 Nov 2011	\$14.000.000	c-Centrales generadoras de energía mayores a 3 MW
23	Mina-Planta	Construcción y Operación Parque de Generación Eléctrica e Instalaciones Complementarias de Minera El Tesoro	Minera Centinela	DIA	Sierra Gorda	10 Ene 2008	25 Abr 2008	\$3.631.000	c-Centrales generadoras de energía mayores a 3 MW
24	Mina-Planta	Línea 1x220 kV S/E Tesoro S/E Esperanza	Minera Centinela	DIA	Sierra Gorda	18 Ago 2008	28 Nov 2008	\$3	b-Líneas de transmisión eléctrica de alto voltaje
25	Mina-Planta	El Tesoro	Minera Centinela	EIA	Sierra Gorda	11 Mar 1997	08 Oct 1997	\$230.000.000	i-Proyecto de desarrollo minero sobre 5000 tons/mens
26	Mina-Planta	Mina Leonor	Compañía Contractual Minera Leonor	EIA	Sierra Gorda	01 Ago 1994	21 Mar 1995	\$80.000.000	i-Proyecto de desarrollo minero sobre 5000 tons/mens
27	Mina-Planta	Modificación Depósito de Ripios	Minera Centinela	DIA	Sierra Gorda	13 Ago 2003	16 Dic 2003	-	i-Proyecto de desarrollo minero sobre 5000 tons/mens
28	Mina-Planta	Continuidad operacional: Aumento de capacidad de procesamiento y modificación Planta SX	Minera Centinela	DIA	Sierra Gorda	29 Ene 2014	04 Ago 2014	\$86.000.000	i- Proyectos de desarrollo minero sobre 5000 tons/mes.

N°	Sector del	Nombre del	Titular	Forma	Comuna	Fecha	Fecha	Inversión en	Tipología
29	Mina-Planta	Parque Eólico Sierra Gorda Este	Enel Green Power Chile Limitada	DIA	Sierra Gorda	20 Dic 2013	28 Ago 2014	\$260.000.000	c-Centrales generadoras de energía mayores a 3 MW
30	Mina-Planta	Proyecto Sierra Gorda	Sierra Gorda S.C.M.	EIA	María Elena-Mejillones-Sierra Gorda	31 May 2010	15 Jul 2011	\$1.900.000.000	i-Proyecto de desarrollo minero sobre 5000 tons/mens
31	Mina-Planta	Exploración Minera Pampa Lina	Teck Exploraciones Mineras Chile Ltda.	DIA	Sierra Gorda	05 Oct 2004	13 Ene 2005	\$130.000	p-Ejecución de obras, programas o actividades en parques nacionales, reservas nacionales, monumentos naturales, reservas de zonas vírgenes, santuarios de la naturaleza, parques marinos, reservas marinas o en cualesquiera otra área colocada bajo protección oficial, en los casos en que la legislación respectiva lo permita
32	Mina-Planta	Actualización Proyecto Spence	Compañía Minera Riochilex S.A.	DIA	Sierra Gorda	21 Nov 2003	05 Feb 2004	\$800.000.000	i-Proyecto de desarrollo minero sobre 5000 tons/mens
33	Mina-Planta	Grupos de Generación Eléctrica	Minera Spence S.A	DIA	Sierra Gorda	20 Nov 2007	18 Feb 2008	\$8.000.000	c-Centrales generadoras de energía mayores a 3 MW

N°	Sector del	Nombre del	Titular	Forma	Comuna	Fecha	Fecha	Inversión en	Tipología
34	Mina-Planta	Tap off Sierra Gorda	Sierra Gorda S.C.M.	DIA	Sierra Gorda	13 Sep 2011	15 May 2012	\$4.620.000	b-Subestaciones
35	Mina-Planta	Línea 1x220 kV Spence – Sierra Gorda	Sierra Gorda S.C.M.	DIA	Sierra Gorda	27 Sep 2011	09 May 2012	\$4.100.000	b-Líneas de transmisión eléctrica de alto voltaje
36	Mina-Planta	Modificaciones menores en Minera Spence	Minera Spence S.A	DIA	Sierra Gorda	30 Nov 2009	10 May 2010	\$35.000.000	i-Proyecto de desarrollo minero sobre 5000 tons/mens
37	Mina-Planta	Spence	Compañía Minera Riochilex S.A.	EIA	Sierra Gorda	18 Abr 2002	27 Dic 2002	\$800.000.000	i-Proyecto de desarrollo minero sobre 5000 tons/mens
38	Mina-Planta	Optimización Spence	Minera Spence S.A	DIA	Sierra Gorda	03 Feb 2011	15 Jun 2011	\$200.000.000	i-Proyecto de desarrollo minero sobre 5000 tons/mens
39	Mina-Planta	Exploración Spence	Compañía Minera Riochilex S.A.	DIA	Sierra Gorda	25 Feb 1998	08 Jun 1998	\$4.000.000	i-Proyecto de desarrollo minero sobre 5000 tons/mens
40	Mina-Planta	Ampliación y Modificación del Tratamiento de Lamas de Relave	Minera Cerro Dominador S.A.	DIA	Sierra Gorda	13 Mar 2001	29 Jun 2001	\$4.000.000	i-Proyecto de desarrollo minero sobre 5000 tons/mens
41	Mina-Planta	Conversión a Gas Natural del Proceso de Generación Eléctrica	Minera Cerro Dominador S.A.	DIA	Sierra Gorda	21 Jun 2000	06 Nov 2000	\$5.000.000	c-Centrales generadoras de energía mayores a 3 MW
42	Mina-Planta	Transporte de Sulfato de Cobre Cristalizado	Minera Cerro Dominador S.A.	DIA	Sierra Gorda	30 Mar 2001	12 Jun 2001	\$300.000	t-Ingreso voluntario

N°	Sector del	Nombre del	Titular	Forma	Comuna	Fecha	Fecha	Inversión en	Tipología
43	Mina-Planta	Ramal del Gasoducto Atacama a Minera Cerro Dominador	Gasatacama Chile S.A.	DIA	María Elena-Sierra Gorda	06 Oct 1999	26 Ene 2000	\$1.200.000	j-Gasoductos
44	Mina-Planta	Explotación Subterránea Mina Faride (Reingreso)	Explotadora Minera del Cerro S.A	DIA	Sierra Gorda	21 Ago 2009	07 Ene 2010	\$3.000.000	i-Proyecto de desarrollo minero sobre 5000 tons/mens
45	Mina-Planta	Lixiviación de minerales oxidados para la producción de cátodos de cobre	Minera Cerro Dominador S.A.	DIA	Sierra Gorda	08 Nov 2007	26 May 2008	\$2.000.000	i-Proyecto de desarrollo minero sobre 5000 tons/mens
46	Mina-Planta	Beneficio de Minerales Sulfurados	Minera Cerro Dominador S.A.	DIA	Sierra Gorda	07 Jul 2003	16 Dic 2003	\$250.000	i-Proyecto de desarrollo minero sobre 5000 tons/mens
47	Mina-Planta	Lixiviación de Lamas de Relave	Minera Cerro Dominador S.A.	DIA	Sierra Gorda	21 Abr 1998	25 Nov 1998	\$3.000.000	i-Proyecto de desarrollo minero sobre 5000 tons/mens
48	Mina-Planta	Tratamiento de Polvos de Fundición	Minera Cerro Dominador S.A.	DIA	Sierra Gorda	25 Jun 2003	05 Sep 2003	\$1.500.000	i-Proyecto de desarrollo minero sobre 5000 tons/mens
49	Mina-Planta	Continuidad en el Transporte de Escoria desde la División CODELCO Norte hasta la Planta Callejas Zamora	Minera Cerro Dominador S.A.	DIA	Calama-Sierra Gorda	10 May 2005	19 Ago 2005	\$31.920.000	t-Ingreso voluntario

N°	Sector del	Nombre del	Titular	Forma	Comuna	Fecha	Fecha	Inversión en	Tipología
50	Mina-Planta	Procesamiento de Minerales y Subproductos Sulfurados en Planta de Flotación Callejas Zamora	Minera Cerro Dominador S.A.	DIA	Sierra Gorda	26 Sep 2008	11 Feb 2009	\$15.000.000	i-Proyecto de desarrollo minero sobre 5000 tons/mens
51	Mina-Planta	Planta Solar Cerro Dominador	Abengoa Solar Chile S.A	DIA	María Elena	06 Dic 2013	06 May 2014	\$1.300.000.000	c-Centrales generadoras de energía mayores a 3 MW
52	Mina-Planta	Fase Prospección Proyecto Sierra Gorda	Minera Quadra Chile S.C.M.	DIA	Sierra Gorda	11 Dic 2008	08 Jun 2009	\$ 54.000.000	i-Proyecto de desarrollo minero sobre 5000 tons/mens
53	Ductos	Transporte de Ácido Sulfúrico para Minera Michilla	Servicios de Transportes Integrados Ltda	DIA	Mejillones	10 Dic 2009	02 Mar 2010	\$400.000	ñ-Producción, almacenamiento, disposición o reutilización o transporte por medios terrestres, de sustancias corrosivas o reactivas, que se realicen con una periodicidad mensual o mayor, en una cantidad igual o superior a 120000 Kg/día
54	Ductos	Plan de Largo Plazo Minera Michilla	Minera Michilla S.A.	DIA	Mejillones	29 Ene 2004	23 Abr 2004	\$3.500.000	i-Proyecto de desarrollo minero sobre 5000 tons/mens
55	Ductos	Modificación Proyecto Cátodos Segunda Etapa	Minera Michilla S.A.	DIA	Mejillones	10 Dic 2001	04 Abr 2002	\$51.400.000	i-Proyecto de desarrollo minero sobre 5000 tons/mens

N°	Sector del	Nombre del	Titular	Forma	Comuna	Fecha	Fecha	Inversión en	Tipología
56	Ductos	Planta de Cátodos de Cobre II Etapa	Minera Michilla S.A.	EIA	Antofagasta	25 May 1994	16 Sep 1994	\$67.000.000	i-Proyecto de desarrollo minero sobre 5000 tons/mens
57	Ductos	Proyecto Lixiviación Secundaria	Minera Michilla S.A.	DIA	Mejillones	13 Sep 2011	10 Feb 2012	\$10.500.000	i-Proyecto de desarrollo minero sobre 5000 tons/mens
58	Ductos	Grupos Electrógénos Respaldo Minera Michilla	Minera Michilla S.A.	DIA	Mejillones	05 Mar 2008	18 Jun 2008	\$2.834.000	c-Centrales generadoras de energía mayores a 3 MW
59	Ductos	Explotación Rajo Aurora	Minera Michilla S.A.	DIA	Mejillones	14 Sep 2010	04 Mar 2011	\$27.600.000	i-Proyecto de desarrollo minero sobre 5000 tons/mens
60	Ductos	Programa de Prospección Geológica La Reina	Minera Michilla S.A.	DIA	Mejillones	23 Dic 2013	15 Jul 2014	\$12.000.000	i-Proyecto de desarrollo minero sobre 5000 tons/mens
61	Ductos	Explotación Fase 15-A del Rajo Lince	Minera Michilla S.A.	DIA	Mejillones	11 Oct 2012	23 Ene 2013	\$500.000	i-Proyecto de desarrollo minero sobre 5000 tons/mens
62	Ductos	Nueva Zona de Mina Pedro de Valdivia	SQM Industrial S.A.	DIA	María Elena-Mejillones	17 Ago 2012	25 Feb 2014	\$5.000.000	i-Proyecto de desarrollo minero sobre 5000 tons/mens
63	Ductos	Línea de Transmisión Eléctrica Minera Antucoya	Minera Antucoya	DIA	María Elena-Mejillones	24 Oct 2013	28 Feb 2014	\$10.000.000	b-Líneas de transmisión eléctrica de alto voltaje
64	Ductos	Aseguramiento Parámetros Metalúrgicos Antucoya	Minera Antucoya	DIA	Mejillones	16 Nov 2009	01 Mar 2010	\$8.000.000	i-Proyecto de desarrollo minero sobre 5000 tons/mens

N°	Sector del	Nombre del	Titular	Forma	Comuna	Fecha	Fecha	Inversión en	Tipología
65	Ductos	Proyecto Antucoya	Minera Antucoya	EIA	María Elena-Mejillones	30 Nov 2010	15 Jul 2011	\$950.000.000	i-Proyecto de desarrollo minero sobre 5000 tons/mens
66	Ductos	Planta de Producción de Ácido Sulfúrico Antucoya	Minera Antucoya	DIA	María Elena	13 Ene 2012	18 Jun 2012	\$200.000.000	ñ-Producción, almacenamiento, disposición o reutilización o transporte por medios terrestres, de sustancias corrosivas o reactivas, que se realicen con una periodicidad mensual o mayor, en una cantidad igual o superior a 120000 Kg/día
67	Ductos	Proyecto Modificación Acueducto Proyecto Sierra Gorda	Sierra Gorda S.C.M.	EIA	María Elena	12 Dic 2012	04 Jun 2013	\$29.000.000	i-Proyecto de desarrollo minero sobre 5000 tons/mens
68	Ductos	Planta Obtención de Cemento de Cobre a través de la utilización de Ripios Lixiviados, Compañía Minera Cochrane Ltda.	Ripios Sierra Gorda S.A.	DIA	Sierra Gorda	01 Abr 2010	18 Oct 2011	\$416.700	o-Sistemas de tratamiento y/o disposición de residuos industriales sólidos
69	Ductos	Actualización Proyecto Sierra Gorda	Sierra Gorda S.C.M.	DIA	María Elena-Mejillones-Sierra Gorda	02 Abr 2012	10 Dic 2012	\$3.072.000.000	i-Proyecto de desarrollo minero sobre 5000 tons/mens

N°	Sector del	Nombre del	Titular	Forma	Comuna	Fecha	Fecha	Inversión en	Tipología
70	Muelles Esperanza	Tranque Michilla	Minera Michilla S.A.	DIA	Mejillones	25 May 1994	16 Sep 1994	\$2.000.000	i-Proyecto de desarrollo minero sobre 5000 tons/mens
71	Muelle Esperanza	Actualización Proyecto Esperanza	Minera Centinela	DIA	María Elena-Mejillones-Sierra Gorda-Tocopilla	10 Dic 2008	08 Jun 2009	-	j-Ductos mineros
72	Muelle Esperanza	Aumento Almacenamiento Ácido Sulfúrico	Minera Michilla S.A.	DIA	Mejillones	22 Mar 2005	10 May 2005	\$2.600.000	i-Proyecto de desarrollo minero sobre 5000 tons/mens

Fuente: Elaboración propia en base al SEIA.

Cabe mencionar que 25 de los proyectos corresponden a proyectos de Minera Centinela.

Para analizar los impactos significativos, se agruparon los proyectos por Titular (considerando cambios de titularidad) en la Tabla 3–166, en la que se mencionan las Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA) que estarían asociadas a los Estudios de Impacto Ambiental (EIA), debido a que corresponden a modificaciones de Proyecto.

Tabla 3–166: EIA y sus respectivas DIA de modificación de proyecto

Nombre del Proyecto	RCA del Proyecto	Titular del Proyecto	Proyectos asociados	RCA	Titular
Planta de Cátodos de Cobre II Etapa	N° 483/1994	Minera Michilla S.A.	DIA Tranque Michilla	N° 484/1994	Minera Michilla S.A.
			DIA Modificación Proyecto Cátodos Segunda Etapa	N° 078/2002	
			DIA Plan de largo plazo Minera Michilla	N° 068/2004	
			DIA Aumento Almacenamiento Ácido Sulfúrico	N° 128/2005	
			DIA Grupos electrógenos respaldo Minera Michilla	N° 194/2008	
			DIA Explotación rajo Aurora	N° 034/2011	
			DIA Proyecto Lixiviación Secundaria	N° 028/2012	
			DIA Explotación Fase 15-A del rajo Lince	N° 019/2013	
			DIA Programa de Prospección Geológica La Reina	N° 396/2014	
El Tesoro	N° 31/1997	Minera Centinela	DIA Continuidad Operacional de Minera El Tesoro: Explotación de Yacimientos de Óxidos del Distrito Sierra Gorda	N° 356/2007	Minera Centinela
			DIA Construcción y Operación Parque de Generación Eléctrica e Instalaciones Complementarias de Minera El Tesoro	N° 148/2008	
			DIA Ampliación de Capacidad de Almacenamiento de Combustible en Minera El Tesoro	N° 242/2008	
			DIA Línea 1x220 kV S/E Tesoro – S/E Esperanza	N° 394/2008	
			DIA Continuidad Operacional Minera El Tesoro: Explotación Yacimiento Mirador y Ampliación Superficie Depósito de Rípios	N° 225/2010	

Nombre del Proyecto	RCA del Proyecto	Titular del Proyecto	Proyectos asociados	RCA	Titular
			DIA Mirador y Centro de Difusión Ambiental Ojos de Opache, Minera El Tesoro	N° 111/2012	
Spence	N° 308/2002	Minera Spence S.A.	DIA Exploración Spence	N° 39/1998	Compañía Minera Riochilex S.A.
			DIA Actualización Proyecto Spence	N° 15/2004	
			DIA Línea de Transmisión Eléctrica Encuentro - Spence	N° 208/2004	
			DIA Grupos de Generación Eléctrica	N° 69/2008	Minera Spence S.A.
			DIA Modificaciones menores en Minera Spence	N° 140/2010	
			DIA Optimización Spence	N° 112/2011	
Proyecto Esperanza	N° 212/2008	Minera Centinela	DIA Prospección Minera Sector Esperanza	N° 199/2004	Antofagasta Minerals S.A.
			DIA Actualización Proyecto Esperanza	N° 199/2009	Minera Centinela
			DIA Segunda Actualización Proyecto Esperanza	N° 241/2010	
			DIA Tercera Actualización Proyecto Esperanza	N° 113/2012	
			DIA Cuarta Actualización del Proyecto Esperanza - Optimización del Proceso	N° 358/2013	
			DIA Integración Minera Centinela	En calificación	
Proyecto Sierra Gorda	N° 126/2011	Sierra Gorda S.C.M.	DIA Fase Prospección Proyecto Sierra Gorda	N° 189/2009	Minera Quadra Chile S.C.M.
			DIA Actualización Proyecto Sierra Gorda	N° 290/2012	Sierra Gorda S.C.M.
			DIA Tap Off Sierra Gorda	N° 101/2012	
			DIA Línea 1x220 kV Spence-Sierra Gorda	N° 102/2012	
			DIA Abastecimiento de Agua Proyecto Sierra Gorda	N° 44/2013	
Proyecto Antucoya	N° 0128/2011	Minera Antucoya	DIA Planta de Producción de Ácido Sulfúrico	N° 136/2012	Minera Antucoya
			DIA Línea de Transmisión Eléctrica Minera Antucoya	N° 101/2014	

Nombre del Proyecto	RCA del Proyecto	Titular del Proyecto	Proyectos asociados	RCA	Titular
Proyecto Óxidos Encuentro	N° 0201/2013	Minera Centinela	Optimización Proyecto Óxidos Encuentro	En calificación	Minera Centinela

Fuente: Elaboración propia en base al SEIA.

En la Tabla 3–167 se presentan los impactos significativos identificados de los ocho EIA presentados en la Tabla 3–165. Cabe mencionar que los impactos significativos se entienden como aquellos que corresponden a una letra de ingreso, de acuerdo al Artículo 11 de la Ley N° 19.300.

Tabla 3–167: Impactos significativos de cada EIA con RCA vigente, cercanos al Proyecto

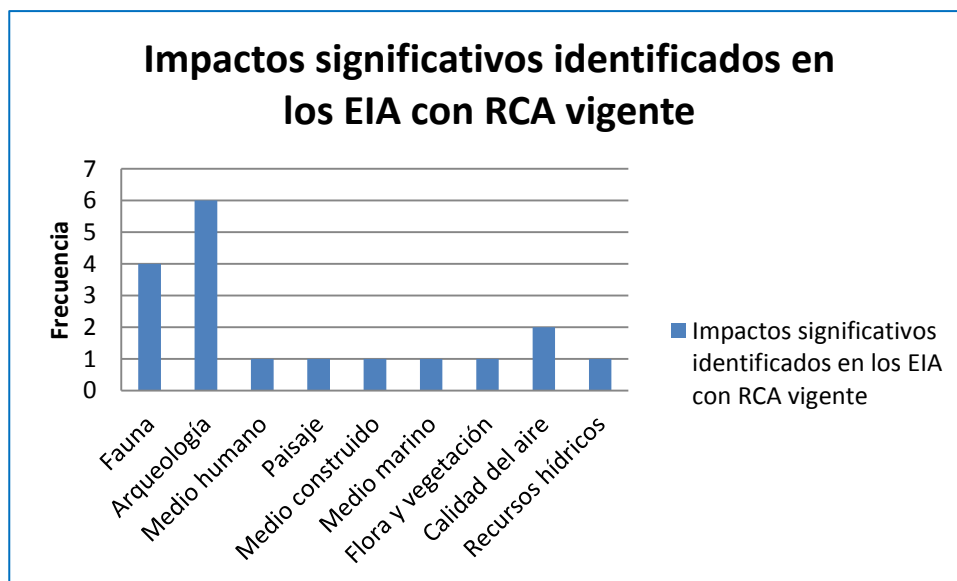
N°	Sector	Nombre	RCA	Titular	Impactos significativos de cada EIA con RCA vigente	
1	Ductos	Planta de Cátodos de Cobre II Etapa	N° 483/94	Minera Michilla S.A.	N/Disponible en expediente	
2	Ductos	Proyecto Antucoya	N° 0128/2011	Minera Antucoya	Fauna	Alteración a sitio de nidificación Gaviota garuma.
					Arqueología	Alteración a un sitio arqueológico.
3	Mina-Planta	Proyecto Óxidos Encuentro	N° 0201/2013	Minera Centinela	Fauna	Alteración del hábitat del zorro culpeo
					Arqueología	Afectación de sitios arqueológicos
					Arqueología	Afectación de sitios de interés patrimonial
4	Mina-Planta, Ductos, Muelle Esperanza	Proyecto Esperanza	N° 0212/2008	Minera Centinela	Medio Humano	Dimensión socioeconómica: Cambio en la estructura del ingreso de la población local
						Dimensión demográfica: Cambio temporal en la demografía local por afluencia de trabajadores en búsqueda de empleo (población flotante)
					Fauna	Modificación de hábitat de Zorro Culpeo (Inadecuadamente Conocido)
					Medio Construido	Utilización de capacidad de infraestructura sanitaria de la zona
					Medio Marino	Alteración temporal de las comunidades bentónicas del fondo intermareales duros, y Modificación de hábitat de comunidades por alteración del sustrato
					Flora y Vegetación	Modificación de hábitat y eventuales efectos sobre individuos de especies de flora catalogada En Peligro
5	Mina-Planta	El Tesoro	N° 031/1997	Minera Centinela	Fauna	Alteración sobre la fauna en sector de mina y acueducto debido a movimiento de tierra, captación de agua, disposición de residuos, tronaduras, extracción y carguío de mineral.
6	Mina-Planta	Proyecto Sierra Gorda	N° 126/2011	Sierra Gorda S.C.M.	Calidad del aire	Riesgo a la salud de la población debido a emisiones de material particulado MP10
					Hidrogeología	Las actividades de construcción y operación alcanzarán la napa freática, afectando el nivel del acuífero. Además, existirá riesgo de contaminación de las aguas subterráneas debido al potencial de generación de aguas ácidas desde el botadero de estériles y el depósito de relaves.

N°	Sector	Nombre	RCA	Titular	Impactos significativos de cada EIA con RCA vigente	
					Arqueología	Alteración del patrimonio cultural por las actividades del proyecto
7	Ductos	Proyecto Modificación Acueducto Proyecto Sierra Gorda	N° 0122/2013	Sierra Gorda S.C.M.	Arqueología	Afectación de acumulaciones líticas derivadas de canteras/taller de uso prehispánico, que se encontraban abundantes y ampliamente dispersos
8	Mina-Planta	Spence	N° 0308/2002	Compañía Minera Riochilex S.A.	Calidad del Aire	Emisiones de MP10 y PTS en receptores de la localidad de Sierra Gorda, el campamento de la faena y camino.
					Recursos Hídricos	Potencial acidificación de agua subterránea durante el proceso de extracción del mineral
					Arqueología	Potencial alteración de sitios arqueológicos (Oficina Salitrera Lina)

Fuente: Elaboración propia en base al SEIA.

Los impactos más frecuentes, identificados en las RCAs de los proyectos antes mencionados, corresponden a los componentes de arqueología (6 casos) y fauna (4 casos), tal como se aprecia en el Figura 3-163.

Figura 3-163: Impactos identificados en los EIA con RCA vigente, cercanos al Proyecto



Fuente: Elaboración propia en base al SEIA.

3.16.4 Conclusiones

El Proyecto "Desarrollo Minera Centinela" se emplazará en un sector donde predomina la actividad minera. El conjunto de proyectos analizados anteriormente forman parte de la dinámica económica local, regional y nacional. Esto se ve reflejado en que el 83% de los 72 proyectos con RCA vigente, cercanos al Proyecto, están asociados al sector minero, de los cuales 25 pertenecen a proyectos de Minera Centinela.

Por otro lado, el impacto significativo identificado más frecuente corresponde al componente arqueológico, debido a la historia propia de la zona, como es analizado en el acápite 3.10 Patrimonio Cultural del presente Capítulo.

Los anexos de este Capítulo se listan a continuación:

Anexo 3-1: Datos Ruido y Vibraciones

Anexo 3-2: Línea de Base Hidrológica

Anexo 3-3: Línea de Base Hidrogeológica

Anexo 3-4: Línea de Base Hidroquímica

Anexo 3-5: Datos Suelos

Anexo 3-6: Datos Flora y Vegetación

Anexo 3-7: Datos Fauna

Anexo 3-8: Línea de Base Medio Marino

Anexo 3-9: Informe Histórico

Anexo 3-10: Línea de Base Arqueológica

Anexo 3-11: Informe de Sondeos Arqueológicos

Anexo 3-12: Línea de Base Paleontológica

Anexo 3-13: Línea de Base comunal Medio Humano

Anexo 3-14: Bibliografía Línea de Base