CNR
Ministerio de Agricultura

Gobierno de Chile

MÁS Y MEJOR
RIEGO PARA CHILE

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL MEJORAMIENTO USO Y REGULACIÓN RECURSOS HÍDRICOS DEL RÍO MOSTAZAL

INFORME FINAL
VOLUMEN 3: ESTUDIO ANÁLISIS AMBIENTAL

SANTIAGO, SEPTIEMBRE DE 2018

CNR
Ministerio de Agricultura

Gobierno de Chile

MÁS Y MEJOR
RIEGO PARA CHILE

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL MEJORAMIENTO USO Y REGULACIÓN RECURSOS HÍDRICOS DEL RÍO MOSTAZAL

INFORME FINAL
VOLUMEN 3: ESTUDIO ANÁLISIS AMBIENTAL

Estudio Elaborado por:

ARRAU
Ingeniería SpA

SANTIAGO, SEPTIEMBRE DE 2018

Equipo participante:

Equipo Comisión Nacional de Riego:

Pedro León Ugalde
Secretario Ejecutivo (S):

César Navarrete Urrutia
Coordinador Unidad de Estudios

Tania Fernández Rubilar
Coordinadora de Estudio

Equipo Arrau Ingeniería Spa:

José Lagos Rehfeld
Jefe Proyecto y Especialista Obras Civiles

Carlos Naudón Gaona
Coordinador Proyecto

Wilson Ureta Parraguez
Coordinador Agroeconomía, Participación Ciudadana y Medio Ambiente

Luis Arrau del Canto
Especialista Grandes Obras de Riego

Wolf Von Igel Grisar
Especialista Hidrogeólogo y Modelación

Arturo Hauser Yung
Geólogo

Rodrigo Alvear Contreras
Especialista Agronómico

Cristian Schmitt Magasich
Abogado

Yuri Castillo Ávalos
Especialista Ambiental

Manuel Carvajal Améstica
Especialista Topografía

Víctor Zúñiga Pérez
Especialista en Participación Ciudadana

Cristóbal Mosqueira Baird-Kerr
Especialista Obras Civiles

Pedro Sanzana Cuevas
Especialista Modelación

Esteban Jamett Quezada
Mecánico de suelos

Víctor Castillo Paillán
Mecánico de suelos

Felipe Leyton Flores
Especialista Estudio Sísmico

Rafael Alarcón Rodríguez
Especialista Geofísica

Felipe Espinoza Contreras
Encargado de Calidad y Evaluación Económica

Betsabé Gallardo Illanes
Profesional Calidad

Mónica Martínez Olivares
Profesional PAC

Catalina Eastman Mendoza
Francisco Camus Herrera
Profesionales Medio Ambiente

Jacqueline Saravia Brehme
Supervisora de Trabajos de Terreno y Planos

Pablo Lagos Mella
Ingeniero Ejecución Geomensor

Paola Remedy Castillo
Ingeniero Ejecución Cartografía

Sebastián Mosqueira Giacamán
Ingeniero de Proyectos

Francisco Caichá Soto
Ingeniero de Proyectos

José Astudillo Henríquez
Ingeniero de Proyectos

Gabriela Silva Garrido
Karina Aguilera Casanueva
Especialistas Flora, Vegetación y Fauna
Nuriluz Hermosilla Osorio
Especialista Arqueología

Alejandro Henott Guerrero
Camilo González Bascuñán
Técnicos

Estudio de Prefactibilidad
"Mejoramiento Uso y Regulación Recursos Hídricos Mostazal"

ÍNDICE

VOLUMEN 3 - ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL

Acápite	Descripción	Página
1.	**RESUMEN EJECUTIVO**	**1**
1.1.	Introducción	1
1.2.	Objetivo y Alcance del EAA	1
1.2.1.	Objetivo General	1
1.2.2.	Contenido del EAA	1
1.3.	Resultados Principales del Estudio	2
1.3.1.	Descripción del Proyecto	2
1.3.2.	Análisis de Pertinencia de Ingreso al SEIA	3
1.3.3.	Evaluación de Impactos Ambientales	3
1.3.4.	Medidas Ambientales y Costos Asociados	6
1.3.5.	Identificación de Estudios Ambientales	9
1.3.6.	Conclusiones	11
2.	**INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS**	**14**
2.1.	Antecedentes Generales de la Consultoría	14
2.2.	Objetivos del Estudio de Análisis Ambiental	14
2.2.1.	Objetivo General del Estudio	14
2.2.2.	Objetivos Específicos	14
2.3.	Área de Estudio	15
2.4.	Etapas del Proyecto y Sincronía con el EAA	16
3.	**DEFINICIÓN DE LAS PARTES, ACCIONES Y OBRAS FÍSICAS DE LAS ALTERNATIVAS EN ESTUDIO**	**17**
3.1.	Introducción	17
3.2.	Alternativas de Embalsamiento de Agua Superficial	19
3.2.1.	Antecedentes Generales	19
3.2.2.	Sitio Tranca Morada	21
3.2.3.	Sitio San Miguel Alto	23
3.3.	Alternativas de Mejoramiento en Infraestructura de Conducción y Distribución	25
3.3.1.	Antecedentes Generales	25
3.3.2.	Revestimiento Canales	28
3.3.3.	Bocatoma	29
3.3.4.	Compuertas de Regulación	30
3.3.5.	Aforadores	31
3.3.6.	Obras de Cruces en Quebradas y Ríos	32
3.3.7.	Obras de Atraviesos	33
3.3.7.1.	Caminos Principales	33
3.3.7.2.	Caminos Secundarios	34
3.3.8.	Entregas Prediales	34
3.3.9.	Tranque de Regulación	35
3.3.9.1.	Antecedente General	35
3.3.9.2.	Descargas	36
3.3.9.3.	Tranque	36
3.4.	Obra de Extracción y Acumulación de Agua Subterránea	37

Estudio de Prefactibilidad
"Mejoramiento Uso y Regulación Recursos Hídricos Mostazal"

ÍNDICE

VOLUMEN 3 - ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL

Acápite	Descripción	Página
3.5.	Interferencias	38
3.6.	Sitios de Empréstito	38
3.6.1.	Tranca Morada	38
3.6.2.	Sitio San Miguel Alto	39
3.7.	Incidencia Directa de las Alternativas de Obras en el Territorio	40
3.7.1.	Antecedentes Generales	40
3.7.1.1.	Derechos de Aprovechamiento de Aguas (DAA)	40
3.7.1.2.	Afectación en la Propiedad de la Tierra	42
3.7.1.3.	Área de Beneficio	45
4.	**METODOLOGÍA PARA DEFINICIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES EN EL TERRITORIO**	**46**
4.1.	Introducción	46
4.2.	Paso 1: Sensibilidad Ambiental	46
4.2.1.	Aspectos Generales	46
4.2.2.	Importancia Ecológica	46
4.2.3.	Vulnerabilidad	47
4.3.	Paso 2: Agresividad Ambiental de las Actividades e Identificación de Impactos Asociados	47
4.4.	Paso 3: Intensidad y Nivel de Impactos Ambientales Potenciales	48
5.	**CARACTERIZACIÓN DE LA LÍNEA BASE DEL ÁREA DE INFLUENCIA**	**49**
5.1.	Medio Físico	49
5.1.1.	Clima y Meteorología	49
5.1.1.1.	Antecedentes Generales	49
5.1.1.2.	Área de Influencia	49
5.1.1.3.	Metodología	50
5.1.1.4.	Resultados	52
5.1.1.5.	Conclusión y Determinación de Sensibilidad Ambiental	56
5.1.2.	Hidrografía e Hidrología	57
5.1.2.1.	Antecedentes Generales	57
5.1.2.2.	Área de Influencia	57
5.1.2.3.	Metodología	57
5.1.2.4.	Resultados	58
5.1.2.5.	Conclusión y Determinación de Sensibilidad Ambiental	66
5.1.3.	Hidrogeología	67
5.1.3.1.	Antecedentes Generales	67
5.1.3.2.	Área de Influencia	67
5.1.3.3.	Metodología	68
5.1.3.4.	Resultados	68
5.1.3.5.	Conclusión y Determinación de Sensibilidad Ambiental	75
5.1.4.	Calidad del Agua Superficial y Subterránea	76
5.1.4.1.	Antecedentes Generales	76
5.1.4.2.	Área de Influencia	76

Estudio de Prefactibilidad
"Mejoramiento Uso y Regulación Recursos Hídricos Mostazal"

ÍNDICE

VOLUMEN 3 - ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL

Acápite	Descripción	Página
5.1.4.3.	Metodología	77
5.1.4.4.	Resultados	79
5.1.4.5.	Conclusión y Determinación de Sensibilidad Ambiental	85
5.2.	Medio Biótico	87
5.2.1.	Flora y Vegetación Terrestre	87
5.2.1.1.	Antecedentes Generales	87
5.2.1.2.	Área de Influencia	87
5.2.1.3.	Metodología	87
5.2.1.4.	Resultados	91
5.2.1.5.	Conclusión y Determinación de Sensibilidad Ambiental	101
5.2.2.	Fauna Terrestre	104
5.2.2.1.	Antecedentes Generales	104
5.2.2.2.	Área de Influencia	104
5.2.2.3.	Metodología	104
5.2.2.4.	Resultados	109
5.2.2.5.	Conclusión y Determinación de Sensibilidad Ambiental	117
5.2.3.	Flora y Fauna Acuática	119
5.2.3.1.	Antecedentes Generales	119
5.2.3.2.	Área de Influencia	120
5.2.3.3.	Metodología	120
5.2.3.4.	Resultados	130
5.2.3.5.	Conclusión y Determinación de Sensibilidad Ambiental	144
5.2.4.	Áreas Bajo Protección Oficial	147
5.2.4.1.	Antecedentes Generales	147
5.2.4.2.	Área de Influencia	147
5.2.4.3.	Metodología	147
5.2.4.4.	Resultados	148
5.2.4.5.	Conclusión y Determinación de Sensibilidad Ambiental	149
5.2.5.	Análisis de la Biodiversidad	149
5.2.5.1.	Antecedentes Generales	149
5.2.5.2.	Área de Influencia	149
5.2.5.3.	Metodología	149
5.2.5.4.	Resultados	151
5.2.5.5.	Conclusión y Determinación de Sensibilidad Ambiental	152
5.3.	Medio Sociocultural	153
5.3.1.	Asentamientos Humanos	153
5.3.1.1.	Antecedentes Generales	153
5.3.1.2.	Área de Influencia	153
5.3.1.3.	Metodología	154
5.3.1.4.	Resultados	155
5.3.1.5.	Conclusión y Determinación de Sensibilidad Ambiental	167
5.3.2.	Patrimonio Cultural y Arqueológico	169
5.3.2.1.	Antecedentes Generales	169

Estudio de Prefactibilidad
"Mejoramiento Uso y Regulación Recursos Hídricos Mostazal"

ÍNDICE

VOLUMEN 3 - ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL

Acápite	Descripción	Página
5.3.2.2.	Área de Influencia	169
5.3.2.3.	Metodología	169
5.3.2.4.	Resultados	171
5.3.2.5.	Conclusión y Determinación de Sensibilidad Ambiental	195
5.3.3.	Infraestructura y Equipamiento	196
5.3.3.1.	Antecedentes Generales	196
5.3.3.2.	Área de Influencia	196
5.3.3.3.	Metodología	196
5.3.3.4.	Resultados	197
5.3.3.5.	Conclusión y Determinación de Sensibilidad Ambiental	207
5.3.4.	Otros Proyectos en la Zona y su Relación con el Proyecto	207
5.3.4.1.	Antecedentes Generales	207
5.3.4.2.	Área de Influencia	208
5.3.4.3.	Metodología	208
5.3.4.4.	Resultados	208
5.3.4.5.	Conclusión y Determinación de Sensibilidad Ambiental	209
5.3.5.	Paisaje y Estética	209
5.3.5.1.	Antecedentes Generales	209
5.3.5.2.	Área de Influencia	210
5.3.5.3.	Metodología	211
5.3.5.4.	Resultados	213
5.3.5.5.	Conclusión y Determinación de Sensibilidad Ambiental	217
6.	**IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES**	**218**
6.1.	Introducción	218
6.2.	Agresividad de Actividades	218
6.3.	Intensidad y Nivel de Impacto Potencial	221
7.	**ÁREAS DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL Y ZONAS DE RESTRICCIÓN AMBIENTAL**	**225**
8.	**ANÁLISIS DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL Y PLAN DE CUMPLIMIENTO**	**227**
8.1.	Antecedentes Generales	227
8.2.	Normativa Ambiental General	227
8.2.1.	Constitución Política de la República de Chile	227
8.2.2.	Ley de Bases Generales del Medio Ambiente	228
8.2.3.	Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental	229
8.3.	Normativa Ambiental Específica	229
8.3.1.	Emisiones de ruido	229
8.3.2.	Recursos Naturales	230
8.3.3.	Residuos Líquidos y Sólidos	231
8.3.4.	Combustibles	231
8.3.5.	Sustancias y Residuos Peligrosos	232
8.3.6.	Infraestructura y Equipamiento	233

Estudio de Prefactibilidad
"Mejoramiento Uso y Regulación Recursos Hídricos Mostazal"

ÍNDICE

VOLUMEN 3 - ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL

Acápite	Descripción	Página
8.3.7.	Minuta técnica sobre "Áreas colocadas bajo protección oficial" y "Áreas Protegidas"	234
8.3.8.	Patrimonio Arqueológico y Cultural	234
8.3.9.	Código de Aguas	235
8.3.10.	Transporte de Materiales y Residuos	236
8.4.	Permisos Ambientales Sectoriales	237
8.5.	Análisis De Pertinencia de Ingreso al SEIA	246
8.5.1.	Análisis de Legislación pertinente	246
8.5.1.1.	Generalidades	246
8.5.1.2.	Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente	246
8.5.1.3.	Decreto Supremo Nº 40 de 2013 (Reglamento del SEIA)	248
8.5.2.	Conclusión	251
9.	**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL**	**251**
9.1.	Aspectos Generales	251
9.2.	Plan de Medidas de Mitigación (PMM)	256
9.2.1.	Generalidades	256
9.2.2.	Medio Físico	256
9.2.2.1.	Hidrología e Hidrogeología	256
9.2.2.2.	Calidad de Agua	257
9.2.3.	Medio Biótico	257
9.2.3.1.	Flora y Vegetación Terrestre	257
9.2.3.2.	Fauna Terrestre	258
9.2.3.3.	Flora y Fauna Acuática	259
9.2.4.	Medio Social y Cultural	259
9.2.4.1.	Asentamientos Humanos	259
9.2.4.2.	Patrimonio Arqueológico	260
9.3.	Plan de Medidas de Restauración o Reparación	261
9.4.	Plan de Compensación	262
10.	**PLAN DE PREVENCIÓN DE CONTINGENCIA Y EMERGENCIAS**	**262**
10.1.	Introducción y Objetivos	262
10.2.	Control de Derrames	263
10.2.1.	Descripción Contingencia	263
10.2.2.	Procedimiento de Control	263
10.2.2.1.	Fase Previa al Derrame	263
10.2.2.2.	Fase Durante el Derrame	264
10.2.2.3.	Fase Posterior al Derrame	265
10.3.	Control de Incendios y/o Explosiones	266
10.3.1.	Descripción Contingencia	266
10.3.2.	Procedimiento de Control	266
10.3.2.1.	Fase Previa al Incendio	266
10.3.2.2.	Fase Durante el Incendio	267
10.3.2.3.	Fase Posterior al Incendio	267

ÍNDICE

VOLUMEN 3 - ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL

Acápite	Descripción	Página
10.4.	Sismos	268
10.4.1.	Descripción Contingencia	268
10.4.2.	Procedimiento de Control	268
10.4.2.1.	Fase Previa al Sismo	268
10.4.2.2.	Fase Durante el Sismo	268
10.4.2.3.	Fase Posterior al Sismo	269
10.5.	Remoción en Masa	270
10.5.1.	Descripción Contingencia	270
10.5.2.	Procedimiento de Control	270
10.5.2.1.	Fase Previa a la Remoción	270
10.5.2.2.	Fase Durante la Remoción	271
10.5.2.3.	Fase Posterior a la Remoción	271
10.6.	Inundación	272
10.6.1.	Descripción Contingencia	272
10.6.2.	Procedimiento de Control	273
10.6.2.1.	Fase Previa a la Inundación	273
10.6.2.2.	Fase Durante la Inundación	273
10.6.2.3.	Fase Posterior a la Inundación	274
10.7.	Accidentes de Trabajo	274
10.7.1.	Descripción Contingencia	274
10.7.2.	Procedimiento de Control	275
10.7.2.1.	Fase Previa a un Accidente	275
10.7.2.2.	Fase Durante un Accidente	275
10.7.2.3.	Fase Posterior a un Accidente	276
11.	**PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL**	**276**
11.1.	Introducción	276
11.2.	Medidas de Seguimiento Consideradas	277
12.	**IDENTIFICACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES**	**278**
13.	**CONCLUSIONES, CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES**	**279**
14.	**ESTUDIO DE LOS COSTOS AMBIENTALES PRELIMINARES**	**282**
14.1.	Generalidades	282
14.2.	Costos Ambientales para Obras que No Requieren Estudio de Impacto Ambiental	282
14.3.	Costos Ambientales para Obras que Requieren Estudio de Impacto Ambiental	282

Estudio de Prefactibilidad
"Mejoramiento Uso y Regulación Recursos Hídricos Mostazal"

ÍNDICE DE CUADROS

VOLUMEN 3 - ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL

Cuadro	Descripción	Página
1.3.3-1	IMPACTOS AMBIENTALES	5
1.3.3-2	RESUMEN INTENSIDAD Y NIVEL DE IMPACTOS POR ALTERNATIVAS EN COMPONENTES AMBIENTALES	5
1.3.4-1	MEDIDAS AMBIENTALES PROPUESTAS	7
1.3.4-2	RESUMEN COSTO MEDIDAS AMBIENTALES	9
1.3.4-3	COSTOS PERMISOS AMBIENTALES SECTORIALES	9
2.4-1	ETAPAS DEL PROYECTO Y SINCRONÍA CON EL EAA	16
3.2.2-1	CURVA DE EMBALSE TRANCA MORADA COTA DE FONDO 1.515 m.s.n.m.	21
3.2.2-2	CARACTERÍSTICAS GENERALES EMBALSE TRANCA MORADA COTA DE FONDO 1.515 m.s.n.m.	22
3.2.2-3	COTA DE CORONAMIENTO TRANCA MORADA	22
3.2.2-4	COTAS RELEVANTES TRANCA MORADA	23
3.2.3-1	CURVA DE EMBALSE SAN MIGUEL ALTO COTA DE FONDO 1.496 m.s.n.m.	23
3.2.3-2	CARACTERÍSTICAS GENERALES EMBALSE SAN MIGUEL COTA DE FONDO 1.496 m.s.n.m.	24
3.2.3-3	COTA DE CORONAMIENTO SAN MIGUEL	24
3.2.3-4	COTAS RELEVANTES SAN MIGUEL ALTO	25
3.3.1-1	ESTADO DE CONSERVACIÓN TRAMOS DE CANAL CATASTRADOS	25
3.3.1-2	LONGITUD DE TRAMOS DE CANAL DE ACUERDO A ESTADO DE CONSERVACIÓN Y MATERIAL PARA IMPERMEABILIZACIÓN UTILIZADO EN CANALES COMUNITARIOS	27
3.3.1-3	OBRAS Y SINGULARIDADES CON POSIBILIDAD DE MEJORAS	28
3.3.9.3-1	ANTECEDENTES CARACTERÍSTICOS PARA TRANQUE EN CANAL PERALITO	37
3.5-1	UBICACIÓN DE BOCATOMAS QUE RESULTAN AFECTADAS COMO INTERFERENCIA PARA LOS SITIOS DE EMBALSE	38
3.7.1.1-1	RESUMEN DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS (*)	41
3.7.1.1-2	UBICACIÓN DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS RESPECTO A LOS SITIOS DE EMBALSE	41
3.7.1.2-1	ANTECEDENTES PREDIOS INTERVENIDOS	43
3.7.1.2-2	ANTECEDENTES GENERALES LOTES DE EXPROPIACIÓN	43
3.7.1.2-3	DESLINDES PARA CADA LOTE	44
3.7.1.2-4	VALOR SUELO PARA CADA ALTERNATIVA Y LOTE	44
5.1.1.4-1	COMPARACIÓN DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES ENTRE EL ESCENARIO HISTÓRICO Y DE CAMBIO CLIMÁTICO (m3/s)	56
5.1.2.4-1	CAUDALES MÁXIMOS INSTANTÁNEOS ADOPTADOS PARA EL MÉTODO DIRECTO	64
5.1.2.4-2	COMPARACIÓN DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES ENTRE EL ESCENARIO HISTÓRICO Y DE CAMBIO CLIMÁTICO (m3/s)	65
5.1.2.5-1	SENSIBILIDAD AMBIENTAL COMPONENTE HIDROLOGÍA	67

ÍNDICE DE CUADROS

VOLUMEN 3 - ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL

Cuadro	Descripción	Página
5.1.3.4-1	BALANCE HÍDRICO SUBTERRÁNEO	74
5.1.3.5-1	SENSIBILIDAD AMBIENTAL COMPONENTE HIDROGEOLÓGICO	76
5.1.4.3-1	PUNTOS DE MUESTREO DE CALIDAD DE AGUA	78
5.1.4.4-1	RESULTADOS MUESTREO PARA NCH 1333 USO RIEGO	82
5.1.4.4-2	RESULTADOS MUESTREO PARA NCH 1333 USO VIDA ACUÁTICA	84
5.1.4.5-1	SENSIBILIDAD AMBIENTAL COMPONENTE CALIDAD DE AGUA	86
5.2.1.3-1	LOCALIZACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO DE FLORA Y VEGETACIÓN TERRESTRE Y SUS AMBIENTES	88
5.2.1.3-2	SECTORES INTERÉS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL RÍO MOSTAZAL	89
5.2.1.3-3	RANGO DE VALORES PARA LA COBERTURA VEGETAL	90
5.2.1.4-1	FORMACIONES VEGETACIONALES PRESENTES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA	95
5.2.1.4-2	DESCRIPCIÓN COT DE LOS PUNTOS DE MUESTREO	97
5.2.1.5-1	SENSIBILIDAD AMBIENTAL COMPONENTE FLORA Y VEGETACIÓN TERRESTRE	103
5.2.2.3-1	FUENTES BIBLIOGRÁFICAS DE FAUNA TERRESTRE	104
5.2.2.3-2	ESTACIONES DE MUESTREO FAUNA TERRESTRE	106
5.2.2.3-3	SECTORES INTERÉS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL RÍO MOSTAZAL	106
5.2.2.5-1	SENSIBILIDAD AMBIENTAL COMPONENTE FAUNA TERRESTRE	119
5.2.3.3-1	FUENTES BIBLIOGRÁFICAS DE FLORA Y FAUNA ACUÁTICA	121
5.2.3.3-2	ESTACIONES DE MUESTREO FLORA Y FAUNA ACUÁTICA	122
5.2.3.3-3	SECTORES DE INTERÉS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL RÍO MOSTAZAL	122
5.2.3.3-4	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA BASADO EN LOS VALORES DEL ÍNDICE BIÓTICO DE FAMILIAS (CHIBF)	128
5.2.3.3-5	VALORES DE TOLERANCIA PARA MACRO INVERTEBRADOS BENTÓNICOS DULCEACUÍCOLAS	128
5.2.3.4-1	NIVEL CALIDAD AMBIENTAL EN EL ÁREA DE VIGILANCIA RÍO MOSTAZAL	132
5.2.3.4-2	MACRÓFITAS POTENCIALES EN EL ÁREA DE ESTUDIO	133
5.2.3.4-3	ZOOBENTOS POTENCIALES EN EL ÁREA DE ESTUDIO	135
5.2.3.4-4	ANFIBIOS POTENCIALES EN EL ÁREA DE ESTUDIO	136
5.2.3.4-5	FAUNA ÍCTICA POTENCIAL EN EL ÁREA DE ESTUDIO	136
5.2.3.4-6	CONDICIÓN DEL HÁBITAT FLUVIAL EN LA SECCIÓN EVALUADA DEL RÍO MOSTAZAL	138
5.2.3.4-7	MEDICIONES PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS MEDIDOS IN SITU	140
5.2.3.4-8	ESPECIES DE MACRÓFITAS REGISTRADAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA	141
5.2.3.4-9	LISTADO TAXONÓMICO Y DENSIDAD (IND/m2) DEL ZOOBENTOS REGISTRADO EN EL ÁREA DE INFLUENCIA	142
5.2.3.4-10	LISTADO DE FAUNA ÍCTICA REGISTRADO EN EL ÁREA DE INFLUENCIA	143
5.2.3.4-11	LISTADO DE FAUNA ÍCTICA POR PUNTO DE MUESTREO Y SU INFORMACIÓN MORFOLÓGICA	144
5.2.3.5-1	SENSIBILIDAD AMBIENTAL COMPONENTE FLORA Y FAUNA ACUÁTICA	146
5.2.4.3-1	CATEGORÍAS DE MANEJO PARA LA CONSERVACIÓN	147
5.2.5.5-1	SENSIBILIDAD AMBIENTAL COMPONENTE BIODIVERSIDAD	152

ÍNDICE DE CUADROS

VOLUMEN 3 - ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL

Cuadro	Descripción	Página
5.3.1.4-1	POBLACIÓN TOTAL 2002Y PROYECTADA 2016 COMUNA DE MONTE PATRIA	155
5.3.1.4-2	VARIACIÓN INTERCENSAL DEA POBLACIÓN COMUNA DE MONTE PATRIA	156
5.3.1.4-3	DISTRIBUCIÓN POBLACIÓN SEGÚN SEXO E ÍNDICE DE MASCULINIDAD COMUNA DE MONTE PATRIA	156
5.3.1.4-4	POBLACIÓN SEGÚN POBREZA COMUNA DE MONTE PATRIA	157
5.3.1.4-5	POBLACIÓN SEGÚN TIPO Y CONDICIÓN DE ACTIVIDAD ECONÓMICA COMUNA DE MONTE PATRIA- CENSO 2002 Y PROYECCIÓN 2016	157
5.3.1.4-6	POBLACIÓN OCUPADA POR RAMA DE ACTIVIDAD ECONÓMICA COMUNA DE MONTE PATRIA - CENSO 2002 Y PROYECCIÓN 2016	158
5.3.1.4-7	ANALFABETISMO SEGÚN SEXO POBLACIÓN DE 15 AÑOS O MÁS	158
5.3.1.4-8	PROMEDIO AÑOS DE ESCOLARIDAD SEGÚN SEXO, A NIVEL REGIONAL Y COMUNAL POBLACIÓN DE 15 AÑOS O MÁS	159
5.3.1.4-9	COBERTURA EDUCACIONAL COMUNA DE MONTE PATRIA Y REGIÓN DE COQUIMBO	159
5.3.1.4-10	NÚMERO DE ESTABLECIMIENTOS EDUCACIONALES EN COMUNA DE MONTE PATRIA	159
5.3.1.4-11	NIVEL DE EDUCACIÓN POBLACIÓN COMUNAL	160
5.3.1.4-12	INDICADORES SALUD COMUNA MONTE PATRIA Y REGIÓN DE COQUIMBO	160
5.3.1.4-13	COMUNIDADES AGRÍCOLAS MONTE PATRIA	161
5.3.1.4-14	POBLACIÓN POR DISTRITOS CENSALES COMUNA DE MONTE PATRIA	163
5.3.1.4-15	COBERTURA ESCOLAR LOCALIDADES AREA DE ESTUDIO	164
5.3.1.4-16	EQUIPAMIENTO DE SALUD EN AREA DE ESTUDIO	164
5.3.1.4-17	SITIOS CON INDICIOS DE USO TEMPORAL GANDERO EN ÁREA DE INUNDACIÓN ALTERNATIVA TRANCA MORADA	166
5.3.1.4-18	SITIOS CON INDICIOS DE USO TEMPORAL GANDERO EN ÁREA DE INUNDACIÓN ALTERNATIVA SAN MIGUEL ALTO	167
5.3.1.5-1	SENSIBILIDAD AMBIENTAL ASENTAMIENTOS HUMANOS	168
5.3.2.4-1	SITIOS DE ARTE RUPESTRE EN VALLE DE MOSTAZAL	173
5.3.2.5-1	SENSIBILIDAD AMBIENTAL COMPONENTE PATRIMONIO CULTURAL	196
5.3.3.4-1	LOCALIDADES Y POBLADOS AREA DE ESTUDIO	197
5.3.3.4-2	SISTEMA A.P.R. EN AREA DE ESTUDIO	199
5.3.3.4-3	COMUNIDADES DE AGUAS ASOCIADAS A JUNTA DE VIGILANCIA DEL RÍO MOSTAZAL	203
5.3.3.5-1	SENSIBILIDAD AMBIENTAL COMPONENTE INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO	207
5.3.5.4-1	VALORACIÓN DE LA CALIDAD VISUAL	217
5.3.5.5-1	SENSIBILIDAD AMBIENTAL COMPONENTE PAISAJE	218
6.2-1	ACTIVIDADES CONSIDERADAS PARA LAS ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE OBRAS DE EMBALSE	219
6.2-2	ACTIVIDADES CONSIDERADAS PARA LAS ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN PARA MEJORAS A LA RED DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA PARA RIEGO	219

ÍNDICE DE CUADROS

VOLUMEN 3 - ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL

Cuadro	Descripción	Página
6.2-3	AGRESIVIDAD AMBIENTAL DE ACTIVIDADES PARA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE OBRAS DE EMBALSE	220
6.2-4	AGRESIVIDAD AMBIENTAL DE ACTIVIDADES PARA MEJORAS A LA RED DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA PARA RIEGO	220
6.3-1	IMPACTOS AMBIENTALES	222
6.3-2	DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES ALTERNATIVA EMBALSE TRANCA MORADA	222
6.3-3	DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES ALTERNATIVA EMBALSE SAN MIGUEL	223
6.3-4	DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES AL MEJORAMIENTO DE LA RED DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA PARA RIEGO	223
6.3-5	RESUMEN INTENSIDAD Y NIVEL DE IMPACTOS POR ALTERNATIVAS EN COMPONENTES AMBIENTALES	224
8.4-1	PERMISOS AMBIENTALES SECTORIALES Y SU APLICABILIDAD EN EL PROYECTO	238
8.5.1.2-1	ANÁLISIS DE LA MODALIDAD DE INGRESO DEL PROYECTO AL SEIA	249
8.5.1.2-1	ANÁLISIS DE LA MODALIDAD DE INGRESO DEL PROYECTO AL SEIA	250
9.1-1	IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS POR ETAPA Y MEDIDA PROPUESTA	253
9.2.2.1-1	MEDIDAS DE MITIGACIÓN PARA IMPACTOS AMBIENTALES SOBRE LA HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA	256
9.2.2.2-1	MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES EN LA CALIDAD DEL AGUA	257
9.2.3.1-1	MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOBRE FLORA Y VEGETACIÓN TERRESTRE	258
9.2.2.3-1	MEDIDAS DE MITIGACIÓN PARA IMPACTOS SOBRE LA FAUNA TERRESTRE	258
9.2.3.3-1	MEDIDAS DE MITIGACIÓN PARA IMPACTOS SOBRE LA FLORA Y FAUNA ACUÁTICA	259
9.2.4.1-1	MEDIDAS DE MITIGACIÓN PARA IMPACTOS SOBRE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS	260
9.2.4.2-1	MEDIDAS DE MITIGACIÓN PARA IMPACTOS SOBRE EL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO	260
9.3-1	MEDIDAS DE RESTAURACIÓN O REPARACIÓN	261
11.2-1	PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL	277
14.1-1	COSTOS PERMISOS AMBIENTALES SECTORIALES	282
14.2-1	COSTOS UNITARIOS DE LAS MEDIDAS AMBIENTALES PROPUESTAS	284
14.2-2	RESUMEN COSTO MEDIDAS AMBIENTALES	292

Estudio de Prefactibilidad
"Mejoramiento Uso y Regulación Recursos Hídricos Mostazal"

ÍNDICE DE FIGURAS

VOLUMEN 3 - ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL

Figura	Descripción	Página
1.3.3-1	ESQUEMA MÉTODO EAA	4
2.3-1	ÁREA DE ESTUDIO	16
3.1-1	UBICACIÓN OBRAS Y RED DE CANALES	18
3.2.1-1	ALTERNATIVAS DE EMBALSE	20
3.3.1-1	UNIFILAR CANALES ÁREA DE ESTUDIO	26
3.3.3-1	ESQUEMA DE BOCATOMA RUSTICA	29
3.3.4-1	COMPONENTES DE UNA COMPUERTA PLANA	30
3.3.6-1	ESQUEMA DE CRUCE ENTUBADO	32
3.3.6-2	ESQUEMA DE UN SIFÓN INVERTIDO	33
3.3.6-3	ESQUEMA DE UN SIFÓN INVERTIDO	33
3.3.9.1-1	ESQUEMA OBRAS DE MEJORAMIENTO CANALES PERALITO Y OTROS RIBERA DERECHA RÍO MOSTAZAL	36
3.6.1-1	SITIOS DE EMPRÉSTITO TRANCA MORADA	39
3.6.2-1	SITIOS DE EMPRÉSTITO SAN MIGUEL ALTO	40
3.7.1.3-1	SECTORES DE RIEGO ÁREA DE ESTUDIO	45
4.4-1	ESQUEMA METODOLOGÍA JERARQUIZACIÓN DE ALTERNATIVAS	49
5.1.1.2-1	ÁREA DE INFLUENCIA COMPONENTE CLIMA Y METEOROLOGÍA	50
5.1.1.3-1	UBICACIÓN ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS UTILIZADAS	51
5.1.1.3-2	UBICACIÓN ESTACIONES DE TEMPERATURA UTILIZADAS	51
5.1.1.4-1	UBICACIÓN ESPACIAL DE SECTORES DE RIEGO Y DISTRITOS AGROCLIMÁTICOS	53
5.1.2.3-1	UBICACIÓN ESTACIONES FLUVIOMÉTRICAS UTILIZADAS	58
5.1.2.4-1	RED DE DRENAJE ÁREA DE ESTUDIO	60
5.1.2.4-2	CLASIFICACIÓN DE CUENCAS DGA EN ÁREA DE ESTUDIO	60
5.1.2.4-3	SUBCUENCAS APORTANTES A ALTERNATIVAS DE EMBALSE RÍO MOSTAZAL	61
5.1.3.4-1	UBICACIÓN SECTORES MODELO HIDROGEOLÓGICO CUENCA RÍO MOSTAZAL	71
5.1.3.4-2	BALANCE HÍDRICO SUBTERRÁNEO CONCEPTUAL	73
5.1.3.4-3	ESQUEMA MODELO HIDROGEOLÓGICO CONCEPTUAL	74
5.1.4.2-1	ÁREA INFLUENCIA AGUA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA	77
5.1.4.3-1	UBICACIÓN PUNTOS DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA	79
5.1.4.4-1	MAPA DE CALIDAD SEGÚN ÍNDICE BIÓTICO CHSIGNAL PRIMAVERA, CUENCA DEL RÍO LIMARÍ	80
5.1.4.4-2	MAPA DE CALIDAD SEGÚN ÍNDICE BIÓTICO CHSIGNAL VERANO, CUENCA DEL RÍO LIMARÍ	81
5.2.1.3-1	ESTACIONES DE MUESTREO FLORA Y VEGETACIÓN TERRESTRE	89
5.2.1.4-1	DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN EN EL ÁREA DE ESTUDIO, SEGÚN GAJARDO (1994)	92
5.2.1.4-2	DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN EN EL ÁREA DE ESTUDIO, LUEBERT Y PLISCOFF (2006)	92
5.2.1.4-3	CARTA DE OCUPACIÓN DE TIERRAS DEL ÁREA DE INFLUENCIA	97
5.2.2.3-1	ESTACIONES DE MUESTREO FAUNA TERRESTRE	107
5.2.3.3-1	PUNTOS DE MUESTREO, FLORA Y FAUNA ACUÁTICA	123
5.2.4.4-1	ÁREAS BAJO PROTECCIÓN OFICIAL CUENCA DEL LIMARÍ	148
5.3.1.2-1	ÁREA DE INFLUENCIA ASENTAMIENTOS HUMANOS	154

Estudio de Prefactibilidad
"Mejoramiento Uso y Regulación Recursos Hídricos Mostazal"

ÍNDICE DE FIGURAS

VOLUMEN 3 - ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL

Figura	Descripción	Página
5.3.1.4-1	SITIOS DE IMPORTANCIA ARQUEOLÓGICA/CULTURAL, TRANCA MORADA	165
5.3.1.4-2	SITIOS DE IMPORTANCIA ARQUEOLÓGICA/CULTURAL, SAN MIGUEL ALTO	167
5.3.2.3-1	SITIOS DE ANÁLISIS PARA OBRAS DE ACUMULACIÓN DE AGUA PARA RIEGO	170
5.3.2.4-1	UBICACIÓN DE LOCALIDADES CON INDICACIONES DE RESTOS ARQUEOLÓGICOS	174
5.3.2.4-2	SITIO REGISTRADOS CON HALLAZGOS DE IMPORTANCIA CULTURÁL Y ARQUEOLÓGICA	175
5.3.2.4-3	UBICACIÓN SITIO EMBALSE SAN MIGUEL ALTO	176
5.3.2.4-4	TRACKS PARA EL EMBALSE TRANCA MORADA	182
5.3.2.4-5	UBICACIÓN DE EMBALSE TRANCA MORADA Y SUS DOS SITIOS DE EMPRÉSTITO	182
5.3.2.4-6	SITIO TRANQUE DE REGULACIÓN	192
5.3.3.4-1	LOCALIDADES ÁREA DE ESTUDIO	198
5.3.3.4-2	RED VIAL COMUNAL	201
5.3.3.4-3	ÁREA AFECTACIÓN DIRECTA, ALTERNATIVA EMBALSE TRANCA MORADA	205
5.3.3.4-4	ÁREA AFECTACION DIRECTA, ALTERNATIVA EMBALSE SAN MIGUEL ALTO	206
5.3.4.4-1	PROYECTOS INGRESADOS EN EL SEIA EN LA CUENCA DEL LIMARÍ	209
5.3.5.2-1	ÁREA DE INFLUENCIA PAISAJE	211
5.3.5.3-1	ESQUEMA METODOLOGÍA VALOR PAISAJÍSTICO	213
7-1	ZONAS DE RESTRICCIÓN AMBIENTAL	226

Estudio de Prefactibilidad
"Mejoramiento Uso y Regulación Recursos Hídricos Mostazal"

ÍNDICE DE GRÁFICOS

VOLUMEN 3 - ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL

Gráfico	Descripción	Página
3.2.2-1	CURVA DE EMBALSE TRANCA MORADA	22
3.2.3-1	CURVA DE EMBALSE SAN MIGUEL ALTO	24
5.1.1.4-1	PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES	53
5.1.1.4-2	TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES	54
5.1.1.4-3	COMPARACIÓN DE TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES CON Y SIN CAMBIO CLIMÁTICO	55
5.1.1.4-4	COMPARACIÓN DE PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES CON Y SIN CAMBIO CLIMÁTICO	55
5.1.2.4-1	CAUDALES MEDIOS MENSUALES EN RÉGIMEN NATURAL EN ESTACIÓN MOSTAZAL EN CUESTECITA	61
5.1.2.4-2	CURVA DE VARIACIÓN ESTACIONAL ALTERNATIVA TRANCA MORADA	63
5.1.2.4-3	CURVA DE VARIACIÓN ESTACIONAL ALTERNATIVA SAN MIGUEL ALTO	63
5.1.2.4-4	COMPARACIÓN DE CAUDALES MÁXIMOS INSTANTÁNEOS EN PERÍODO PLUVIAL Y DE DESHIELO	64

Estudio de Prefactibilidad
"Mejoramiento Uso y Regulación Recursos Hídricos Mostazal"

ÍNDICE DE GRÁFICOS

VOLUMEN 3 - ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL

Gráfico	Descripción	Página
5.1.2.4-5	COMPARACIÓN DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES ENTRE EL ESCENARIO HISTÓRICO Y DE CAMBIO CLIMÁTICO ALTERNATIVA SAN MIGUEL ALTO	65
5.1.2.4-6	COMPARACIÓN DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES ENTRE EL ESCENARIO HISTÓRICO Y DE CAMBIO CLIMÁTICO ALTERNATIVA TRANCA MORADA	66
5.2.1.4-1	COMPOSICIÓN POR ESTRATO Y ORIGEN DE LA FLORA POTENCIAL	94
5.2.1.4-2	ESPECIES POTENCIALES DENTRO DE CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN.	94
5.2.1.4-3	COMPOSICIÓN DE ESPECIES DE FLORA TERRESTRE REGISTRADA PARA EL ÁREA DE INFLUENCIA	98
5.2.2.4-1	COMPOSICIÓN DE FAUNA TERRESTRE POTENCIAL EN EL ÁREA DE INFLUENCIA	109
5.2.2.4-2	PROPORCIÓN DE ENDEMISMO POTENCIAL POR COMUNIDAD TERRESTRE	111
5.2.2.4-3	CATEGORÍAS DE CONSERVACIÓN DE LAS ESPECIES POTENCIALES DE FAUNA	111
5.2.2.4-4	VALORES DE RIQUEZA DE ESPECIES (A) Y ABUNDANCIA DE INDIVIDUOS (B) DE FAUNA TERRESTRE	113
5.2.2.4-5	COMPOSICIÓN DE FAUNA TERRESTRE DE ACUERDO A SU ORIGEN BIOGEOGRÁFICO EL ÁREA DE INFLUENCIA, DURANTE LA CAMPAÑA DE TERRENO	114
5.2.2.4-6	COMPOSICIÓN DE FAUNA TERRESTRE DE ACUERDO A SU ORIGEN BIOGEOGRÁFICO EN CADA PUNTO DE MUESTREO, DURANTE LA CAMPAÑA DE TERRENO	115
5.2.2.4-7	COMPOSICIÓN DE FAUNA TERRESTRE DE ACUERDO A SU ESTADO DE CONSERVACIÓN, REGISTRADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DURANTE LA CAMPAÑA DE TERRENO	116
5.2.3.4-1	VARIACIÓN ESTACIONAL DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DEL RÍO MOSTAZAL	131
5.2.3.4-2	VARIACIÓN ESTACIONAL DE METALES PRINCIPALES EN EL RÍO MOSTAZAL	132
5.2.3.4-3	VALORES DE RIQUEZA DE TAXA (A), ABUNDANCIA (B), DIVERSIDAD (C) Y EQUITATIVIDAD (D) DE ZOOBENTOS REGISTRADA EN CADA ESTACIÓN DE MUESTREO.	142
5.2.3.4-4	VALORES DE RIQUEZA (A) Y ABUNDANCIA (B) DE FAUNA ÍCTICA	144

Estudio de Prefactibilidad
"Mejoramiento Uso y Regulación Recursos Hídricos Mostazal"

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

VOLUMEN 3 - ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL

Fotografía	Descripción	Página
3.3.5-1	CANALETA PARSHALL TIPICA ZONA DE ESTUDIO	31
3.3.7.1-1	CRUCE CAMINO PRINCIPAL	34
3.3.7.2-1	CRUCE CAMINO SECUNDARIO	34
3.3.8-1	COMPUERTA DE ENTREGA PREDIAL	35
5.2.1.4-1	FORMACIONES VEGETACIONALES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	96
5.2.1.4-2	ESPECIES REGISTRADAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA	99
5.2.1.4-3	ESPECIES ENDÉMICAS REGISTRADAS	100

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

VOLUMEN 3 - ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL

Fotografía	Descripción	Página
5.2.3.4-1	ESTACIONES DE MUESTREO HÁBITAT FLUVIAL ÁREA DE ESTUDIO	139
5.2.3.4-2	REGISTRO DE MACRÓFITAS EN ÁREA DE INFLUENCIA	141
5.2.3.4-3	REGISTO FOTOGRÁFICO FAUNA ÍCTICA IDENTIFICADA EN TERRENO	143
5.3.2.4-1	POTREROS DONDE SE ENCUENTRAN PIEDRAS FOSILÍFERAS	176
5.3.2.4-2	PIEDRAS CON IMPRONTAS DE FÓSILES	177
5.3.2.4-3	INICIO SITIO DE EMBALSE SAN MIGUEL ALTO (VISTA ESTE)	177
5.3.2.4-4	ESTRUCTURAS DEL SITIO ESM-1	178
5.3.2.4-5	VISTA GENERAL DE SITIO ESM-1	178
5.3.2.4-6	ESTRUCTURAS DE SITIO ESM-2 (MUROS)	179
5.3.2.4-7	MUROS SITIO ESM-2	179
5.3.2.4-8	PIEDRA CON IMPRONTA DE FÓSILES EN SITIO ESM-2	180
5.3.2.4-9	SITIO ESM-3	180
5.3.2.4-10	SITIO ESM-4, PIRCA JUNTO A CAMINO	181
5.3.2.4-11	NACIENTE DE ANTIGUO CANAL EN LADERA SUR	181
5.3.2.4-12	PRIMER SITIO DE EMPRÉSTITO	183
5.3.2.4-13	SITIO TM-1	184
5.3.2.4-14	SITIO TM-1 (IZQUIERDA), ARTEFACTOS DE SUPERFICIE (DERECHA)	184
5.3.2.4-15	SITIO TM-2	185
5.3.2.4-16	SITIO TM-2, ACOPIO DE LEÑA	186
5.3.2.4-17	SITIO TM-3, PLATAFORMA (IZQUIERDA), VISTA GENERAL (DERECHA)	186
5.3.2.4-18	SITIO TM-3 VISTA HACIA EL RÍO	187
5.3.2.4-19	SITIO TM-4	187
5.3.2.4-20	SITIO HATM-1 MORTERO	187
5.3.2.4-21	SITIO TM-5, SENDERO DE ACCESO (IZQUIERDA) VISTA DESDE LO ALTO (DERECHA)	188
5.3.2.4-22	SITIO TM-5 INTERIOR ALERO (IZQUIERDA), ALERO (DERECHA)	188
5.3.2.4-23	SITIO TM-5 ALERO (IZQUIERDA), PIRCA (DERECHA)	189
5.3.2.4-24	SITIO TM-6	189
5.3.2.4-25	SITIO TM-7	190
5.3.2.4-26	SITIO TM-7 SECTOR PARRILLA	191
5.3.2.4-27	SITIO TM-7, VISTA HACIA EL RÍO	191
5.3.2.4-28	VISTA GENERAL DE SITIO TRANQUE DE REGULACIÓN, VISTA DESDE EL SUR	192
5.3.2.4-29	HORNOS DE BARRO ABANDONADOS	193
5.3.2.4-30	SITIO TR-1	193
5.3.2.4-31	SITIO TR-2	194
5.3.2.4-32	SITIO TR-3	194
5.3.2.4-33	SITIO TR-4	195
5.3.3.4-1	SUPERFICIE ASFALTADA	201
5.3.3.4-2	SUPERFICIE RIPIADA	202
5.3.3.4-3	SUPERFICIE CAMINO PARTICULAR SITIO SAN MIGUEL ALTO	202
5.3.3.4-4	SUPERFICIE TIERRA CAMINO PARTICULAR SITIO TRANCA MORADA	202
5.3.5.4-1	ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO DEL RIEGO EN ESTUDIO	216

Estudio de Prefactibilidad
"Mejoramiento Uso y Regulación Recursos Hídricos Mostazal"

ÍNDICE DE ANEXOS

VOLUMEN 3 - ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL

Anexo	Descripción
5-1	MONITOREO CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA
5-2	BASE MEDIO BIÓTICO MOSTAZAL
5-3	TRAMITACIÓN PERMISOS MUESTREO MEDIO BIÓTICO
5-4	INFORME DE EVALUACIÓN DE ASPECTOS PATRIMONIALES
5-5	ENCUESTA PAISAJE

1. RESUMEN EJECUTIVO

1.1. Introducción

El presente Estudio de Análisis Ambiental (EAA), forma parte del proyecto "**Estudio de Prefactibilidad del Mejoramiento Uso y Regulación Recursos Hídricos del Río Mostazal"**, localizado en la Región de Coquimbo, Provincia del Limarí, en la comuna de Monte Patria. Este estudio ha sido impulsado por la División de Estudios, Desarrollo y Políticas de la Comisión Nacional de Riego, a demanda de la Junta de Vigilancia del Río Mostazal y sus Afluentes, quienes dan cuenta de una falta de seguridad de riego presente en el Valle del Río Mostazal y, su significativo impacto en el desarrollo de cultivos, lo cual resulta evidente producto de la situación de escasez hídrica y la falta de infraestructura de acumulación.

1.2. Objetivo y Alcance del EAA

1.2.1. Objetivo General

El presente Estudio de Análisis Ambiental (EAA) tiene como objetivo general estudiar y evaluar, ambientalmente, los sitios de emplazamiento de obras de regulación para el río Mostazal y sus afluentes, incluyendo su red de canales matrices, definidos en la identificación de alternativas y el estudio de ingeniería, evaluando en forma preliminar los potenciales Impactos Ambientales que se podrían generar durante la implementación y operación del proyecto, la pertinencia de Ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental del proyecto definido por ingeniería en la Etapa de Prefactibilidad, y elaborando, además, el (los) respectivos Planes Preliminares de Manejo y Seguimiento Ambiental y sus costos aproximados, de tal forma de lograr su comparación y el análisis de ventajas y desventajas en este aspecto.

1.2.2. Contenido del EAA

El presente EAA se desarrollan 13 Capítulos y un Resumen Ejecutivo. El contenido de cada capítulo se describe brevemente a continuación:

- **Introducción y Objetivos:** Pone en contexto el EAA y expone objetivos del mismo.
- **Descripción del Proyecto de Ingeniería a Nivel de Alternativas:** Da a conocer las características generales del estudio y los tipos de obras involucradas.
- **Metodología para Definición de Impactos Ambientales Potenciales en el Territorio:** Se detallan los pasos seguidos para la evaluación de los impactos ambientales.
- **Caracterización de la línea de base del Área de Influencia:** Se describen los principales aspectos de los componentes ambientales relevantes en el proyecto en el área de influencia y se evalúa la sensibilidad ambiental de cada uno de ellos.

- **Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales:** Se identifican y evalúan impactos ambientales en etapas de construcción y operación, describiendo previamente el método empleado.

- **Áreas de Sensibilidad Ambiental y Zonas de Restricción Ambiental:** se identifican, en función de los antecedentes recopilados, aquellas zonas en que los trabajos relacionados con el proyecto deben ser limitados o prohibidos.

- **Análisis de la legislación Ambiental y Plan de Cumplimiento:** con base en el marco legal, se analiza la normativa ambiental general y específica aplicable al proyecto. Estas normas se asocian a las obras y acciones que se definen para el proyecto e incluye el Análisis de Pertinencia de Ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

- **Plan de Manejo Ambiental:** Se incluyen las acciones y medidas correspondientes al Plan de Medidas de Mitigación, Plan de Medidas de Restauración o Reparación (PMR) y al Plan de Medidas de Compensación (PMC) por etapa del proyecto.

- **Plan de Prevención de Contingencia y Emergencias:** Se consideran acciones necesarias de tomar en caso de ocurrencia de eventos accidentales de relevancia para la vida, salud humana y el medio ambiente.

- **Plan de Seguimiento Ambiental:** Se consideran acciones de seguimiento para la ejecución de medidas ambientales contenidas en el Plan de Manejo Ambiental, en los casos que se requiera, tanto en la etapa de construcción como de operación.

- **Identificación de Estudios Ambientales:** Detalla los estudios ambientales recomendados para las etapas posteriores (factibilidad y diseño), con el fin de sumar información de mayor detalle a la toma de decisiones en materia ambiental.

- **Conclusiones, Consideraciones y Recomendaciones:** Se presentan conclusiones del EAA.

- **Estudio de los Costos Ambientales Preliminares:** Se entrega una aproximación de los costos ambientales del proyecto, así como también los alcances de las diferentes medidas ambientales propuestas.

1.3. Resultados Principales del Estudio

1.3.1. Descripción del Proyecto

El proyecto considera diversas alternativas de mejoras, entre ellas, el embalsamiento de agua superficial en dos sitios dentro del Área de Estudio, en adelante, sitio Tranca Morada en río Mostazal y, el sitio San Miguel Alto en río San Miguel. De igual forma se contemplan alternativas de mejoramiento en infraestructura de conducción y distribución.

Tanto para el sitio Tranca Morada como para el sitio San Miguel Alto se consideran volúmenes de almacenamiento útil de 1 a 5 Hm^3. Asimismo, para ambos sitios se contempla una presa tipo CFGD (Concrete Face Gravel Dam), con un talud de aguas arriba H:V = 1,5:1 y un talud de aguas abajo H:V = 1,6:1. La pared moldeada alcanza los niveles de roca encontrados en los sondajes realizados, presentándose una profundidad de roca de 40 m en el sitio de Tranca Morada, mientras en San Miguel Alto, ésta alcanza los 25 m.

Respecto a las mejoras en la red de conducción y distribución, se destaca que, del total de canales existentes (51 identificados), sólo 29 corresponden a canales de uso comunitario, siendo éstos en los que se centra la proposición de obras y acciones de mejoras, y que forman parte del catastro realizado. En este contexto, el mejoramiento de canales se centra, dependiendo de los casos, en acciones de mejoras en bocatomas, incorporación de compuertas de regulación y aforadores, obras de cruce en quebradas y ríos (cruce entubado y sifón) obras de atravieso, entregas prediales y tranque de regulación.

1.3.2. Análisis de Pertinencia de Ingreso al SEIA

De acuerdo a los antecedentes analizados, el Proyecto Ingresa al SEIA, según lo establecido en la Ley de Base del Medio Ambiente 19.300, en su artículo 10 (letra a), a partir del cual, se acota el ingreso de aquellas obras que deban someterse a la autorización establecida en el artículo 294 del Código de Aguas. En este contexto, el Proyecto ingresa al SEIA particularmente por las alternativas de obras correspondientes a embalses y sifón; y actividad de dragado de materiales en cuerpos de agua continentales.

La forma de ingreso será vía Estudio de Impacto Ambiental (EIA), específicamente para las alternativas de embalse de agua superficial. Esto de acuerdo a lo indicado en el Art. 6 del Reglamento del SEIA, sobre los efectos adversos significativos sobre los recursos naturales; al Art. 7 sobre alteración significativa en los sistemas de vidas de los grupos humanos y; al Art. 9 sobre la alteración a zonas con valor paisajístico. Cabe señalar que se requiere ampliar la línea de base del componente Arqueológico y Cultural para determinar los efectos señalados en el Art. 10.

Por otra parte, la alternativa asociada a la construcción de un sifón en el río Tulahuencito ingresaría al SEIA mediante una Declaración de Impacto Ambiental (DIA), ya que no aplica ninguno de los efectos, características o circunstancias contempladas en el artículo 11 de la Ley 19.300.

1.3.3. Evaluación de Impactos Ambientales

La evaluación de la intensidad final de impactos potenciales, está dada por la combinación de los resultados obtenidos entre Sensibilidad Ambiental e Intensidad Parcial de Impactos Potenciales, tal como se indica en la explicación de este método (Capítulo 4 del Informe EAA). Para efectos de este cálculo se obtuvo un valor de Sensibilidad Ambiental para cada componente, y un valor de Agresividad de Actividades. Posteriormente se promedian ambos valores en cada componente, para obtener un valor de **Intensidad del Impacto Ambiental** promedio.

Por otra parte, para analizar el impacto total asociado a cada componente ambiental, se consideran los valores acumulados de intensidades de impacto por componente. De esta forma, se toma como base la premisa respecto a que, a mayor número de impactos asociados a las actividades influyentes por componente, mayor es el **Nivel de Impacto Ambiental** total sobre el mismo componente ambiental.

La Figura 1.3.3-1 muestra un esquema de la metodología empleada.

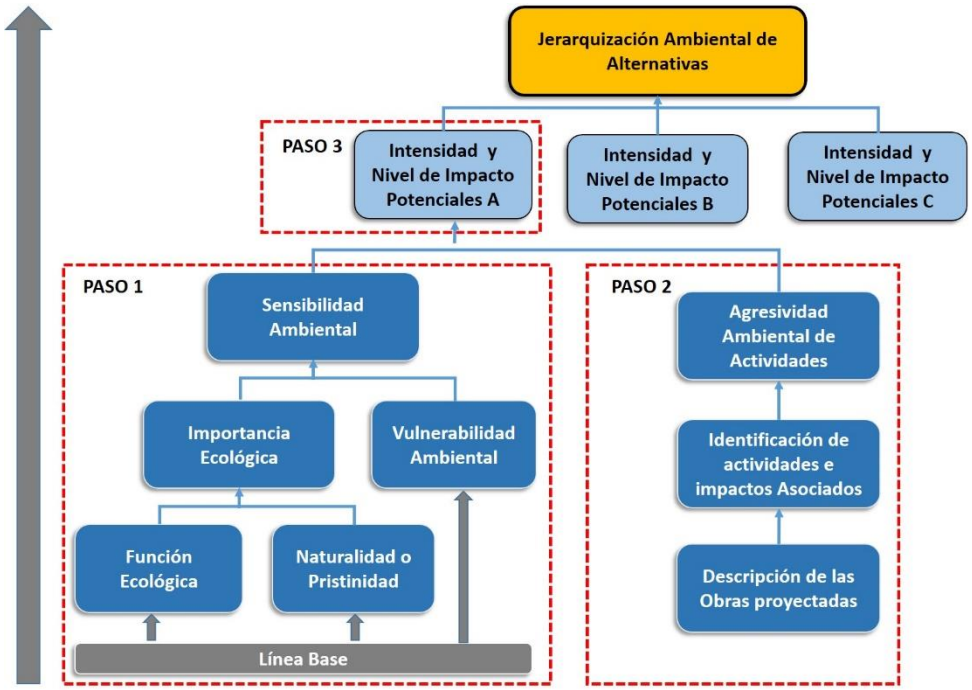


FIGURA 1.3.3-1
ESQUEMA MÉTODO EAA

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 1.3.3-1 se muestran los impactos identificados en cada componente, mientras que en el Cuadro 1.3.3-2 se presentan los resultados finales para la evaluación de impactos, respecto a intensidad y nivel de impacto.

De los resultados expuestos en el Cuadro 1.3.3-2, se desprende que, en promedio las **Intensidades de Impacto** mayor se presentan en el componente **hidrológico e hidrogeológico**, considerando que el tipo de obras analizadas alteran el régimen hídrico en el río, existiendo una relación directa entre el régimen hídrico superficial con el sistema hídrico subterráneo. Esta dependencia resulta evidente y de gran importancia en el área de estudio dado los diversos sitios identificados con afloramientos de agua subterránea que se integran al flujo superficial de agua en el río; así como también, por la identificación de diversos sitios donde el río mantiene filtraciones importantes que permiten la recarga del acuífero.

CUADRO 1.3.3-1
IMPACTOS AMBIENTALES

CÓDIGO	IMPACTOS AMBIENTALES	EMB (*)	MOCD (**)
Hi	Alteración del régimen hidrológico y sedimentológico del río	X	X
Hig	Alteración del régimen Hidrogeológico	X	X
Ca	Alteración de la calidad de las aguas	X	X
FVt	Alteración y/o destrucción de hábitat de especies de flora	X	X
	Pérdida de Vegetación	X	-
FAt	Alteración y/o destrucción de hábitat de especies de fauna	X	X
	Pérdida de ejemplares de fauna terrestre con problemas de conservación	X	-
FFa	Alteración y/o destrucción de hábitat de especies de flora y fauna acuática	X	X
	Pérdida de ejemplares de fauna acuática con problemas de conservación	X	-
BIO	Disminución de la Biodiversidad	X	X
AH	Alteración del sistema de vida, tradiciones y costumbres	X	-
PA	Pérdida de patrimonio arqueológico	X	X
I&E	Daños en infraestructura y equipamiento comunal	X	-
PJ	Alteración en el Paisaje	X	X

(*) EMB: Alternativa de Embalse.
(**) MOCD: Alternativa de Mejoramiento de Obras de Conducción y Distribución.

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 1.3.3-2
RESUMEN INTENSIDAD Y NIVEL DE IMPACTOS POR ALTERNATIVAS EN COMPONENTES AMBIENTALES

Intensidad Impactos												
ALTERNATIVAS/COMPONENTES	**Hi**	**Hig**	**Ca**	**FVt**	**FAt**	**FFa**	**BIO**	**AH**	**PA**	**I&E**	**PJ**	**Valor Promedio**
TM	4,19	4,06	4	3,88	3,86	3,92	3,61	3,188	3,92	3,5	3,44	3,78
SM_a	4,19	4,06	4	4	3,49	4,04	3,61	2,688	3,42	3,5	3,34	3,71
MOCD	3,38	3,75	3,13	2,88	2,33	2,03	3,03	0,00	2,00	0,0	3,03	2,32
Nivel de Impactos												
ALTERNATIVAS/COMPONENTES	**Hi**	**Hig**	**Ca**	**FVt**	**FAt**	**FFa**	**BIO**	**AH**	**PA**	**I&E**	**PJ**	
TM	16,75	16,25	16,00	31,00	42,50	23,50	39,75	12,75	11,75	3,50	30,93	
SM_a	16,75	16,25	16,00	32,00	38,38	24,25	39,75	10,75	10,25	3,50	30,03	
MOCD	3,38	3,75	3,13	11,50	14,00	8,13	24,25	0,00	4,00	0,00	6,05	

Categoría: Muy Alto | | Alto | Medio | Bajo | Muy Bajo

TM: Alternativa de Embalse Tranca Morada; SM_a: Alternativa de Embalse San Miguel Alto;
MOCD: Alternativa de Mejoramiento de Obras de Conducción y Distribución.

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, al analizar los **Niveles de Impactos** sobre los componentes ambientales en las alternativas de embalse, se tiene que los mayores valores se presentan en los componentes: **Fauna Terrestre, Biodiversidad, Flora y Vegetación y Paisaje**; en tanto para la alternativa de mejoramiento de obras de Conducción y distribución, los mayores niveles de impacto se asocian a **biodiversidad, Fauna Terrestre y, Flora y Vegetación.**

1.3.4. Medidas Ambientales y Costos Asociados

En el Cuadro 1.3.4-1 se presenta un resumen de las medidas ambientales propuestas y los principales impactos ambientales asociados por cada componente ambiental analizado.

El Cuadro 1.3.4-2 muestra el resumen de los costos ambientales asociados según tipo de medidas para las alternativas que requieren EIA. El detalle de los antecedentes referidos a cada medida propuesta y costos asociados se encuentra en el Capítulo 14 del informe EAA.

De igual forma, se presenta en el Cuadro 1.3.4-3 los costos asociados a los Permisos Ambientales Sectoriales (PAS) para las obras que no requieren Estudios de Impacto Ambiental.

CUADRO 1.3.4-1
MEDIDAS AMBIENTALES PROPUESTAS

COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL	TIPO MEDIDA	MEDIDA	ETAPA
Hidrología	**Alteración del régimen hidrológico**	Mitigación	Reducir el periodo de intervención de cauces naturales	Construcción
		Mitigación	Ejecución de las obras de intervención de cauces menores y quebradas en época de menor caudal	Construcción
		Mitigación	Establecimiento de Caudal Ecológico	Operación
		Mitigación	Programa de acciones para llenado	Operación
		Reparación	Programa Intervención de cauces	Construcción
		Seguimiento	Monitoreo de caudal ecológico	Construcción
Hidrogeología	**Alteración del régimen Hidrogeológico**	Mitigación	Considera reducir el periodo de intervención de cauces naturales	Construcción
		Mitigación	Considera ejecución de las obras de intervención de cauces menores y quebradas en época de menor caudal	Construcción
		Mitigación	Considera establecimiento de Caudal Ecológico	Operación
		Mitigación	Programa de acciones para llenado	Operación
		Reparación	Programa Intervención de cauces	Operación
		Seguimiento	Monitoreo de caudal ecológico	Construcción
Calidad de Agua	**Alteración de la calidad de las aguas**	Mitigación	Considera reducir el periodo de intervención de cauces naturales	Construcción
		Reparación	Limpieza de áreas intervenidas	Operación
		Seguimiento	Monitoreo Calidad del Agua para los parámetros establecidos en la NCh°1333/Of78	Construcción
		Seguimiento		Operación
Calidad del Aire (*)	**Alteración de la calidad del Aire**	Mitigación	Capacitación de Trabajadores	Construcción
		Mitigación	Aplicación de riego de superficie de tránsito de vehículos	Construcción
		Mitigación	Mantenimiento periódico de la maquinaria	Construcción
		Mitigación	Restricción velocidad de circulación	Construcción
		Mitigación	Implementación de señalética	Construcción
		Seguimiento	Inspección Visual Terrestre	Construcción
Ruido y Vibraciones (*)	**Aumento del nivel de presión Sonora**	Mitigación	Capacitación de Trabajadores	Construcción
		Mitigación	Cubierta Tolva de Camiones	Construcción
		Mitigación	Restricción velocidad de circulación	Construcción
		Mitigación	Disposición de señalética	Construcción
		Mitigación	Barrera acústica perimetral en campamento OSB 15 mm	Construcción
		Seguimiento	Monitoreo de los niveles de ruido de fondo en sectores potencialmente afectados	Construcción
Flora y Vegetación Terrestre	**Alteración y/o destrucción de hábitat de especies de flora; pérdida de vegetación**	Mitigación	Capacitación de Trabajadores	Construcción
		Mitigación	Disposición de señalética y afiches	Construcción
		Mitigación	Resguardo de la vegetación terrestre	Construcción
		Mitigación	Prohibición de corte y quema de vegetación nativa	Construcción
		Reparación	Plan de Manejo Forestal	Construcción
		Reparación	Reforestación Bosque Nativo	Construcción
		Reparación	Traslado de especies formación xerofítica	Construcción
		Reparación	Cerco de exclusión de ganado	Construcción
		Seguimiento	Monitoreo de la sobrevivencia, colonización y desarrollo de la vegetación	Construcción
		Seguimiento	Informe de Inspección Visual, de la colonización y desarrollo de la vegetación	Construcción
		Seguimiento	Informe de Inspección Visual, de la colonización y desarrollo de la vegetación	Operación
Fauna Terrestre	**Alteración y/o destrucción de hábitat de especies de fauna; pérdida de ejemplares de Fauna**	Mitigación	Capacitación de Trabajadores	Construcción
		Mitigación	Prohibición de caza y captura de especies	Construcción
		Mitigación	Implementación de señalética	Construcción
		Mitigación	Rescate de ejemplares con categorías de conservación	Construcción
		Seguimiento	Monitoreo de micromamíferos, reptiles y aves	Construcción

CUADRO 1.3.4-1
MEDIDAS AMBIENTALES PROPUESTAS

COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL	TIPO MEDIDA	MEDIDA	ETAPA
Flora y Fauna Acuática	**Alteración y/o destrucción de hábitat de especies de flora y fauna acuática; Pérdida de ejemplares de fauna acuática con problemas de conservación**	Mitigación	Rescate de ejemplares con categorías de conservación	Construcción
		Mitigación	Capacitación de Trabajadores	Construcción
		Mitigación	Implementación de señalética	Construcción
		Mitigación	Establecimiento de caudal ecológico	Operación
		Seguimiento	Monitoreo de calidad de agua y biota	Construcción
		Seguimiento	Monitoreo de caudal ecológico	Construcción
		Seguimiento	Monitoreo de caudal ecológico	Operación
Asentamientos Humanos	**Alteración del sistema de vida, tradiciones y costumbres**	Mitigación	Aplicación de riego de superficie de tránsito de vehículos	Construcción
		Mitigación	Mantenimiento periódico de la maquinaria	Construcción
		Mitigación	Restricción velocidad de circulación	Construcción
		Mitigación	Disposición de señalética	Construcción
		Mitigación	Capacitación de Trabajadores:	Construcción
		Mitigación	Implementación Plan de Manejo Social	Construcción
		Reparación	Ejecución de Plan de Reubicación para paso de libre tránsito de ganado hacia sectores altos de la cordillera, lo cual se vería afectado por área de inundación	Construcción
		Seguimiento	Monitoreo del funcionamiento de la maquinaria y su velocidad de circulación	Construcción
Patrimonio Arqueológico	**Pérdida de patrimonio arqueológico**	Mitigación	Señalética sitios arqueológicos y Cerco perimetral	Construcción
		Seguimiento	Monitoreo arqueológico de las obras	Construcción
Infraestructura y equipamiento	**Daños en infraestructura y equipamiento comunal**	Reparación	Ejecución de Plan de reconstrucción y reubicación de interferencia (Bocatomas, caminos y otros)	Construcción
		Seguimiento	Inspección Plan de Reconstrucción y Reubicación de Interferencias	Construcción
Paisaje	**Alteración del Paisaje**	Reparación	Limpieza de áreas intervenidas	Construcción
		Seguimiento	Inspecciones visuales terrestres	Construcción

(*): Componentes Ambientales que, si bien no fueron contemplados en la línea de base, se analizan respecto a los potenciales impactos que los afectarían.

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 1.3.4-2
RESUMEN COSTO MEDIDAS AMBIENTALES

ETAPA	TIPO DE MEDIDA	EMBALSE TM		EMBALSE SMa	
		VALOR TOTALES (UF)	VALOR TOTALES (PESOS $)	VALOR TOTALES (UF)	VALOR TOTALES (PESOS $)
Construcción	MMA	3.317	88.443.842	3.596	95.897.084
	MRA	3.807	101.523.570	3.106	82.820.836
	MSA	9.366	249.734.567	9.366	249.734.567
	PPCE	60	1.599.905	60	1.599.905
	PAS	1.660	44.264.049	1.660	44.264.049
	Imprevistos y otros	2.731	72.834.890	2.668	71.147.466
	Total Construcción	**20.941**	**558.400.824**	**20.456**	**545.463.908**
Operación	MMA	0	0	0	0
	MRA	168	4.479.735	168	4.479.735
	MSA	1.872	49.917.048	1.872	49.917.048
	PPCE	0	0	0	0
	PAS	0	0	0	0
	Imprevistos y otros	306	8.159.518	306	8.159.518
	Total Operación	**2.346**	**62.556.301**	**2.346**	**62.556.301**
TOTAL	MMA	3.317	88.443.842	3.596	95.897.084
	MRA	3.975	106.003.306	3.274	87.300.571
	MSA	11.238	299.651.615	11.238	299.651.615
	PPCE	60	1.599.905	60	1.599.905
	PAS	1.660	44.264.049	1.660	44.264.049
	Imprevistos y otros	3.037	80.994.408	2.974	79.306.984
TOTAL		**23.287**	**620.957.125**	**22.802**	**608.020.209**

Nota: TM: Alternativa de Embalse Tranca Morada; SM_a; Alternativa de Embalse San Miguel Alto; MMA: Medida de Mitigación Ambiental; MRA: Medida de Resguardo Ambiental; MSA: Medida de Seguimiento Ambiental; PPCE: Plan de Prevención de Contingencia y Emergencia; PAS: Permisos Ambientales Sectoriales.

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 1.3.4-3
COSTOS PERMISOS AMBIENTALES SECTORIALES

ARTÍCULO N°	EXTRACTO PERMISO	TIPO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	UF	TOTAL UF	TOTAL PESOS
PAS 155	Construcción de Obras Hidráulicas	1 Sifón	gl	1	150	150	3.999.764
PAS 156	Modificación de Cauce	41 Cruce de Quebrada	gl	1	287	287	7.039.584
TOTAL						**414**	**11.039.347**

Fuente: Elaboración propia.

1.3.5. Identificación de Estudios Ambientales

A partir del análisis ambiental realizado, se propone la realización de estudios ambientales específicos a desarrollar en las etapas posteriores del proyecto, con el fin de profundizar en los

componentes ambientales que, a juicio del consultor, requieren de un análisis mayor y consideración especial. En adelante se lista cada uno de los estudios recomendados:

- Para los componentes Hidrología y Flora y Fauna Acuática, resulta necesario realizar un estudio de Caudal Ecológico o Ambiental, según criterios biológicos, con el fin de tomar las medidas necesarias en el Plan de Manejo respectivo y asegurar el normal desarrollo de las actividades ecosistémicas.

- Se requiere efectuar un diagnóstico del componente Ruido y Vibraciones, que se estima relevante dado que el área a intervenir es predominantemente rural y puede verse afectada en la etapa de construcción de las obras. Esto permitiría definir las medidas de mitigación con mayor precisión.

- En relación a la línea de base de Flora y Vegetación Terrestre, dado que se registró la presencia de especies xerofíticas en los 12 puntos de muestreo, tales como Colliguay, Espino, Quisco, Baccharis sp., entre otras; resulta necesario realizar un inventario acabado en los sitios específicos a intervenir, para determinar si se registra una formación xerofítica como tal, la cual está definida para la región como una superficie mínima de 1 ha, ancho de 40 m y/o una densidad de 300 individuos por hectárea.

- Así mismo, se registraron formaciones de bosque nativo con cierto grado de intervención, por lo que se debe evaluar de forma más precisa la flora y vegetación presente en las zonas que pudieran verse afectadas por las intervenciones del Proyecto. Cabe señalar que en áreas donde se registre más de un 10% de cobertura y como mínimo un área de 5.000 m^2, se hace necesaria la presentación de un plan de manejo. Dentro de los puntos de muestreo, la mayoría de las especies representativas son arbóreas y arbustivas, con coberturas mayores al 25%.

- Dado que el área de estudio es una zona que, si bien posee un desarrollo agrícola, tiene sectores que se aprecian prístinos, se sugiere profundizar en la valoración del componente Paisaje, desde el punto de vista de la comunidad o de los potenciales visitantes, dado que, en el marco de esta consultoría, se diagnosticó una alta valoración del medio natural por parte de los habitantes y un reconocimiento por parte de la Municipalidad del potencial turístico del Valle. Se requiere evaluar las metodologías participativas más adecuadas para efectuar este análisis.

- Ligado al punto precedente, se recomienda complementar la metodología participativa para evaluar Paisaje con una que incluya determinación de cuencas visuales. Esto permitiría mejorar la propuesta de medidas de compensación y mitigación (por ejemplo, establecer miradores o puntos de observación para promover la actividad turística).

- En relación al componente Cultural y Arqueológico, debido a los insuficientes estudios específicos en profundidad y al registro en terreno de sitios arqueológicos en los emplazamientos de embalse, ninguno consignado en la literatura, se requiere una

ampliación de la Línea de Base mediante inspección subsuperficial. Con ello será posible descartar ocupaciones anteriores. Además, debido a las piedras fósiles encontradas, se requiere un estudio paleontológico en el área para establecer su origen y dispersión.

1.3.6. Conclusiones

De las alternativas de proyecto analizadas en el presente informe, deberán someterse al SEIA mediante elaboración de un EIA sólo los proyectos asociados a obra de embalse (Sitio Tranca Morada y San Miguel Alto), dado que cumplen ambos con los requisitos estipulados con la Normativa Ambiental vigente en Chile. De las obras propuestas en la alternativa de mejora al sistema de conducción y distribución de agua para riego, sólo la obra asociada a la construcción de un Sifón en Río Tulahuencito ingresa al SEIA por la modalidad de Declaración de Impacto Ambiental.

Es posible señalar que, de las tres alternativas de proyecto analizadas, embalse Tranca Morada, embalse San Miguel Alto y Obras de mejoramiento para sistema de conducción y distribución de agua para riego, la que genera un menor impacto ambiental en el medio, corresponde a la última de éstas.

En términos generales, las Obras de mejoramiento para sistema de conducción y distribución de agua para riego, al estar asociada a un área de influencia ya intervenida por obras existentes y por mantener un uso actual del territorio destinado a actividades agroproductivas, los impactos sobre los componentes ambientales resultan menores, caracterizándose estos a su vez, por una sensibilidad ambiental menor en relación a las alternativas de embalse. Bajo este contexto, destaca una mayor **Intensidad de Impacto** en el componente hidrogeológico, dado los efectos de la impermeabilización de canales en la recarga actual del acuífero dentro del área de estudio; en tanto los mayores **niveles de Impacto** se presentan en el componente Biodiversidad, principalmente producto de la sumatoria de actividades que impactan en etapa de construcción, lo cual, asumiría una condición más bien temporal.

En cuanto a los componentes ambientales afectados por las alternativas de embalse, cabe señalar que mantienen niveles de sensibilidad ambiental altos en la mayoría de estos, generándose la mayor cantidad de presiones en los componentes Biodiversidad, Fauna Terrestre, Flora y Vegetación y Paisaje, tanto por los efectos que generan las etapas de construcción como en etapa de operación, lo que se expresa en altos valores en los niveles de impacto analizados. Respecto a los resultados obtenidos al analizar los principales componentes ambientales afectados se destaca:

- **Biodiversidad:** No se localizan sitios que se encuentren incorporados en los sistemas actuales de protección de la biodiversidad. Al considerar los antecedentes referidos a la riqueza y estructura de especies, destacan en el área de estudio los sitios Tranca Morada y San Miguel Alto, lugares en los cuales se presenta la mayor variedad de especies de flora y fauna terrestre.

- **Fauna Terrestre:** Se presenta una alta diversidad de especies y un alto grado de endemismo, a pesar de mantener una zona urbanizada y una amplia superficie de uso agrícola. Para los reptiles, también es destacable el registro de la Salamanqueja de

Combarbalá (Garthia penai) especie endémica y que no había sido reportada anteriormente en el lugar de estudio.

- **Flora Terrestre:** Se registraron 51 especies, de las cuales 11 fueron señaladas por la comunidad local, relevándose por su importancia ecosistémica, paisajística o cultural (Maqui, maitén Arrayán, sauce, olivillo, chañar, abrojo, guayacán, espino y otros).

- **Vegetación Terrestre:** Se presenta altamente fragmentada, reconociéndose una representación de formaciones de "Bosque nativo" y de comunidades de especies "Xerófitas" (Colliguay, Espino, Quisco, y otros) que requieren verificación detallada para eventuales Planes de Manejo en estudios posteriores.

- **Flora y Fauna Acuática:** A pesar de reconocerse un ambiente propicio para este tipo de especies, se registra una escasa representatividad de estas, posiblemente debido a una reducción de las poblaciones lo que las hace susceptible a eventuales intervenciones del medio.

- **Paisaje:** La mayor valoración de este componente se obtuvo en el sitio de embalse Tranca Morada, destacándose los atributos estructurales, en especial la naturalidad, así como también atributos biofísicos, particularmente referido al relieve. De igual forma se releva como atributos de importancia para toda Área de Estudio, la diversidad paisajística y el color.

Estos resultados se presentan concordantes en parte, con las impresiones y preocupaciones de los actores locales señaladas en el proceso de participación ciudadana, quienes han dado cuenta de la importancia de mantener espacios silvestres, dada la riqueza en torno a la biodiversidad de flora y fauna local, a la cual relevan una importancia ecológica y cultural. En este contexto, se refuerza la necesidad de llevar a cabo un Plan de Manejo Ambiental que minimice los impactos de las actividades contempladas en el proyecto y garantice compensaciones ambientales cuando estos resulten necesarios.

Dadas las características de las alternativas analizadas, son las obras de embalse las que requieren por normativa el desarrollo y ejecución de un Plan de Manejo Ambiental, el cual, se presenta en Capítulo 9 del presente informe, en el contexto de análisis y proposiciones en etapa de prefactibilidad, el que deberá ser actualizado y desarrollado con mayor detalle en un posterior Estudio de Análisis Ambiental o en el Estudio de Impacto Ambiental.

Los costos preliminares para las medidas ambientales propuestas no varían en demasía entre una alternativa de embalse y otra (23.287 UF para Tranca Morada y 22.802 UF para San Miguel), presentándose esta variación de costos en las medidas contempladas para la etapa de construcción. Por su parte, el análisis preliminar de costos para alternativas de mejoramiento de canales, se ha acotado a los permisos ambientales sectoriales (PAS) para las obras requeridas, dado que, por normativa, no se contempla la proposición de medidas ambientales para las alternativas en cuestión, alcanzando un monto preliminar de 414 UF.

Se sugieren en un posterior estudio de EIA, profundizar en el análisis de los componentes que mantendrían las mayores presiones por intensidad de impactos (Fauna Terrestre, Biodiversidad Flora y Vegetación y Paisaje). En particular para el componente paisaje, se recomienda adecuar metodológicamente la evaluación empleada, de modo de incorporar las preferencias de actores locales, lo cual resulta de gran valor para definir e incorporar nuevas medidas en el Plan de Manejo ambiental y/o establecer medidas compensatorias acorde a las necesidades de los actores locales dentro del Área de Estudio.

Otros Estudios particulares recomendados, corresponden a: estimación del Caudal Ecológico o Ambiental, según criterios biológicos, con el fin de tomar las medidas necesarias en el Plan de Manejo respectivo; así como también, un diagnóstico del componente Ruido y Vibraciones, el cual se estima relevante dado que el área a intervenir es predominantemente rural y puede verse afectada en la etapa de construcción de las obras. Todo lo anterior permitiría definir las medidas de mitigación con mayor precisión y asegurar el normal desarrollo de las actividades ecosistémicas.

2. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

2.1. Antecedentes Generales de la Consultoría

El presente informe se refiere al Estudio de Análisis Ambiental, del estudio de prefactibilidad del **"*Mejoramiento Uso y Regulación Recursos Hídricos del Río Mostazal*"**, localizado en la Región de Coquimbo, Provincia de Limarí, en la comuna de Monte Patria, licitado por la COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO del Ministerio de Agricultura. El estudio fue adjudicado a la empresa Arrau Ingeniería SpA, por resolución CNR Afecta N° 66 de 2016, aprobada por Contraloría General de la República con fecha 28 de noviembre de 2016.

El objetivo del estudio es evaluar alternativas de mejoramiento del sistema de riego del río Mostazal, analizando y evaluando a nivel de prefactibilidad las alternativas de acumulación y regulación, ya sean estas superficiales o subterráneas o una combinación de ambas. De igual forma, se considera a su vez, la generación de los prediseños de las obras de acumulación y de los sistemas de distribución del agua, así como la evaluación económica de las obras.

2.2. Objetivos del Estudio de Análisis Ambiental

2.2.1. Objetivo General del Estudio

El presente Estudio de Análisis Ambiental (en adelante EAA) tiene como objetivo general estudiar y evaluar, ambientalmente, los sitios de emplazamiento de obras de regulación para el río Mostazal y sus afluentes, incluyendo su red de canales matrices, definidos en la identificación de alternativas y el estudio de ingeniería, evaluando en forma preliminar los potenciales Impactos Ambientales que se podrían generar durante la implementación y operación del proyecto, la pertinencia de Ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental del proyecto definido por ingeniería en la Etapa de Prefactibilidad, y elaborando, además, el (los) respectivos Planes Preliminares de Manejo y Seguimiento Ambiental y sus costos aproximados, de tal forma de lograr su comparación y el análisis de ventajas y desventajas en este aspecto.

2.2.2. Objetivos Específicos

Para dar cumplimiento al objetivo general, se abordan los siguientes objetivos específicos:

- Realizar un chequeo, en terreno a cargo de especialistas, y bibliográfico, del (los) sitios identificados en el presente estudio de prefactibilidad de ingeniería, basados en parámetros ambientales.
- Identificar y describir las partes, componentes, acciones y/o actividades asociadas a cada fase del proyecto (construcción, operación y abandono, si corresponde), incluyendo la red de canales.
- Determinar la Línea de Base de los sitios definidos por la ingeniería en la etapa de prefactibilidad, identificando el área de influencia directa e indirecta de cada

componente ambiental, con relación a las obras, actividades y acciones asociadas a las obras de regulación y proyecto de canales.

- Determinar el marco legal ambiental y territorial aplicable en temas específicos asociados al área y proyectos y su respectivo plan de cumplimiento.
- Identificar y evaluar los potenciales impactos ambientales y sociales (positivos y negativos) que se podrían generar a consecuencia del emplazamiento de las obras de regulación y redes de distribución, en cada uno de los sitios definidos en la identificación de alternativas y el estudio de ingeniería.
- Realizar el análisis de pertinencia de sometimiento del proyecto, actividades o alguna de sus partes, definidos por la ingeniería, al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), de acuerdo al artículo 10 de la ley 19.300, e identificar y analizar el tipo de instrumento que debería desarrollarse a futuro para este fin, de acuerdo al análisis de los artículos del Reglamento DS NQ40/2012.
- Proponer un Plan de Manejo Ambiental para la(s) alternativa(s), que incluya las medidas y acciones asociadas a los Subplanes de Mitigación, Reparación o Compensación, asociadas a los impactos detectados.
- Determinar zonas de restricción ambiental, de acuerdo a la identificación de componentes sensibles presentes en el área del proyecto, específicamente en relación con las obras, instalaciones y acciones que requerirá la ejecución del proyecto.
- Elaborar, en caso que se requiera, los estudios de caudal ecológico para las alternativas del proyecto y sus obras complementarias.
- Proponer un Plan de Prevención de Contingencias y Emergencias y un Plan de Seguimiento de las variables ambientales.
- Identificar y proponer los estudios a realizar en las siguientes etapas del proyecto.
- Realizar una primera aproximación de los costos monetarios asociados a los estudios y/o acciones en forma itemizada, que den cuenta de las medidas comprometidas en el Plan de Manejo y Seguimiento Ambiental y de los costos de los estudios ambientales necesarios de realizar en las siguientes etapas del proyecto.

2.3. Área de Estudio

El Área de Estudio se definió contemplando la incorporación de las zonas de riego que se mantienen en torno al uso de las aguas del río Mostazal y San Miguel, así como también aquellas zonas de emplazamiento de proyectos de acumulación de agua superficial y subterránea analizadas en estudios anteriores. De esta forma el Área de Estudio se circunscribe en una superficie aproximada de 4.270 ha que definió los trabajos de recopilación de antecedentes en terreno (Ver Figura 2.3-1). Cabe destacar que en el desarrollo del Estudio, esta Área fue ampliada para precisar el Área de Influencia del Estudio en su conjunto, considerando el emplazamiento y mejoras de obras, junto a las acciones

requeridas para concretar las alternativas propuestas (Ver Áreas de Influencia por componentes en Capítulo 5).



FIGURA 2.3-1
ÁREA DE ESTUDIO
Fuente: Elaboración propia.

2.4. Etapas del Proyecto y Sincronía con el EAA

El Proyecto completo está dividido en 8 etapas. Las etapas fueron articuladas con la elaboración del EAA de acuerdo a lo indicado en el Cuadro 2.4-1.

CUADRO 2.4-1
ETAPAS DEL PROYECTO Y SINCRONÍA CON EL EAA

Etapa	Nombre de Etapa	Entrega EAA
1	Recopilación de Antecedentes y Diagnóstico Preliminar	Informe Avance N° 1
2	Trabajos de Terreno y Estudios Básicos (Primera Parte)	-
3	Caracterización Hidrogeológica	-
4	Identificación de Alternativas	-
5	Estudios Básicos de Ingeniería	Informe Avance N° 2
6	Trabajos de Terreno y Estudios Básicos (Segunda Parte)	-
7	Aspectos de Ingeniería	Informe Final
8	Evaluación Económica y Recomendación de Proyecto	-

Fuente: Elaboración propia, a partir de especificaciones de los Términos de Referencia de la Consultoría.

El presente Estudio de Evaluación Ambiental se encuentra constituido por 14 Capítulos, los que se detallan a continuación:

Capítulo	Nombre
1	Resumen Ejecutivo
2	Introducción y Objetivos.
3	Descripción del Proyecto de Ingeniería a Nivel de Alternativas.
4	Metodología para definición de Intensidad de Impactos Ambientales. Potenciales en el Territorio.
5	Caracterización de la Línea Base del Área de Influencia.
6	Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales.
7	Áreas de Sensibilidad Ambiental y Zonas de Restricción Ambiental.
8	Legislación Ambiental y Plan de Cumplimiento.
9	Plan de Manejo Ambiental.
10	Plan de Prevención de Contingencia y Emergencias.
11	Plan de Seguimiento Ambiental.
12	Identificación de Estudios Ambientales.
13	Conclusiones, Consideraciones y Recomendaciones.
14	Estudio de los Costos Ambientales Preliminares.

3. DEFINICIÓN DE LAS PARTES, ACCIONES Y OBRAS FÍSICAS DE LAS ALTERNATIVAS EN ESTUDIO

3.1. Introducción

En adelante, se describe cada una de las alternativas de obras y acciones consideradas en el presente Proyecto, señalándose las alternativas asociadas a obras de Regulación y sus obras complementarias, así como también, las alternativas de mejoras para la infraestructura de conducción y distribución de agua para riego existente. De igual forma, se presenta la incidencia del proyecto, en relación a la situación actual de los derechos de agua, la afectación en la propiedad de la tierra y las áreas de beneficio. En Figura 3.1-1, se presenta la ubicación espacial de las alternativas de obras propuestas, junto a la red de canales existentes (Ver Imagen en Registro Cartográfico contenido en Anexo EAA o, mayor detalle de la ubicación de las obras en Planos MTZ-RES-01 a MTZ-RES-013 y SIG Obras, ambos en Volumen de Ingeniería).

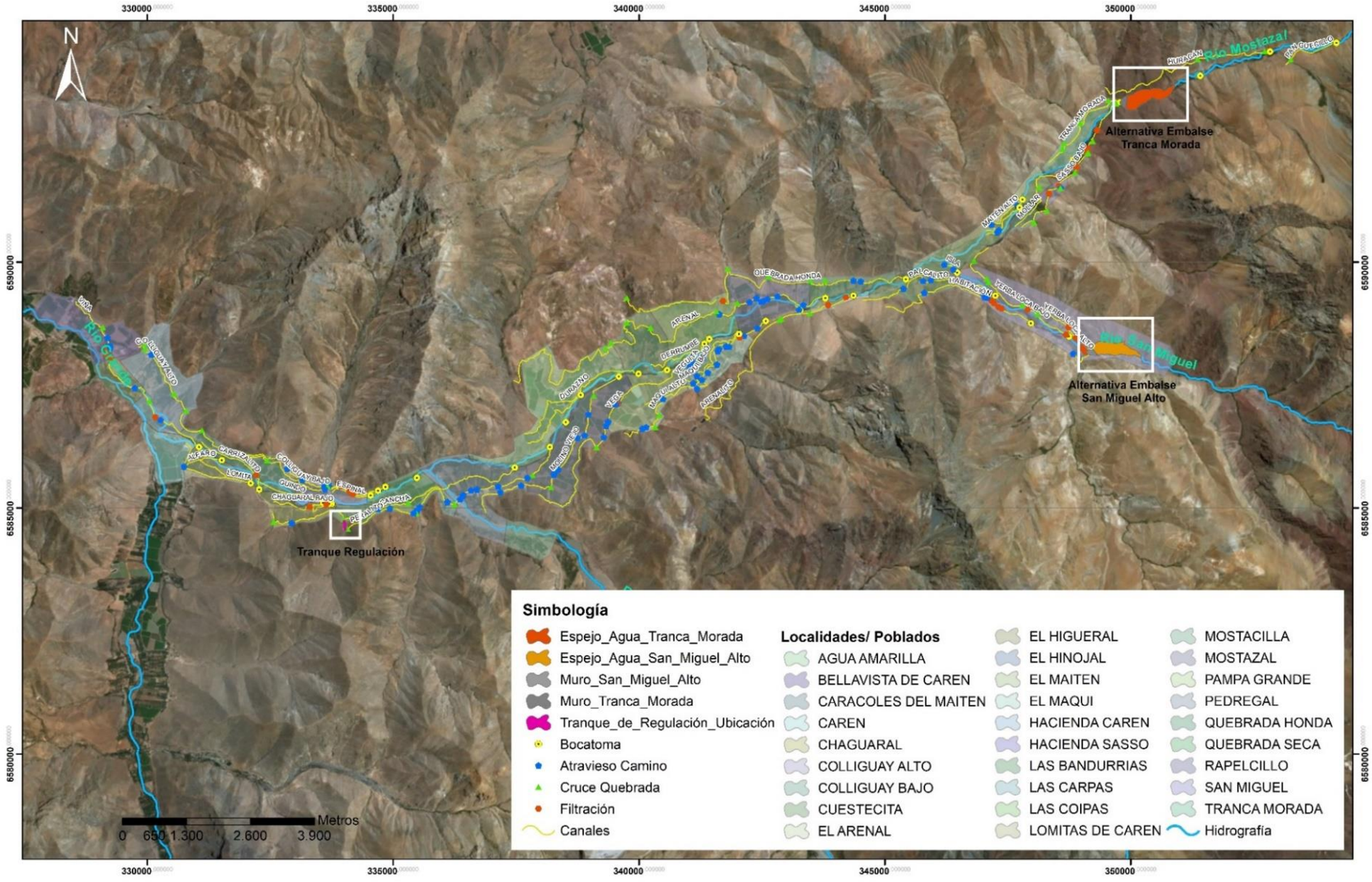


FIGURA 3.1-1
UBICACIÓN OBRAS Y RED DE CANALES
Fuente: Elaboración propia.

3.2. Alternativas de Embalsamiento de Agua Superficial

3.2.1. Antecedentes Generales

El análisis de alternativas de embalsamiento de agua superficial fue acotado a dos sitios de interés para su evaluación en el presente Estudio (sitio Tranca Morada en el río Mostazal y sitio San Miguel Alto en el río San Miguel).

Tanto para Tranca Morada como para el sitio San Miguel Alto se consideran volúmenes de almacenamiento útil de 1 a 5 hm^3. Asimismo, para ambos sitios se considera una presa tipo CFGD (Concrete Face Gravel Dam), con un talud de aguas arriba H:V = 1,5:1 y talud de aguas abajo H:V = 1,6:1. Pared moldeada que alcanza los niveles de roca encontrados en los sondajes realizados.

Para el sitio de Tranca Morada se considera una profundidad de roca de 40 m, mientras que, para San Miguel Alto, ésta alcanza los 25 m.

Para mayores detalles revisar Informe de Ingeniería en su apartado “Diseño Proyectos Obras de Regulación”.

En la Figura 3.2.1-1 se aprecia la ubicación de las alternativas de embalse, diferenciando ubicación de muro, área de inundación y obras anexas.

A continuación, se presenta un resumen de algunos aspectos relevantes de las obras diseñadas a nivel de prefactibilidad.

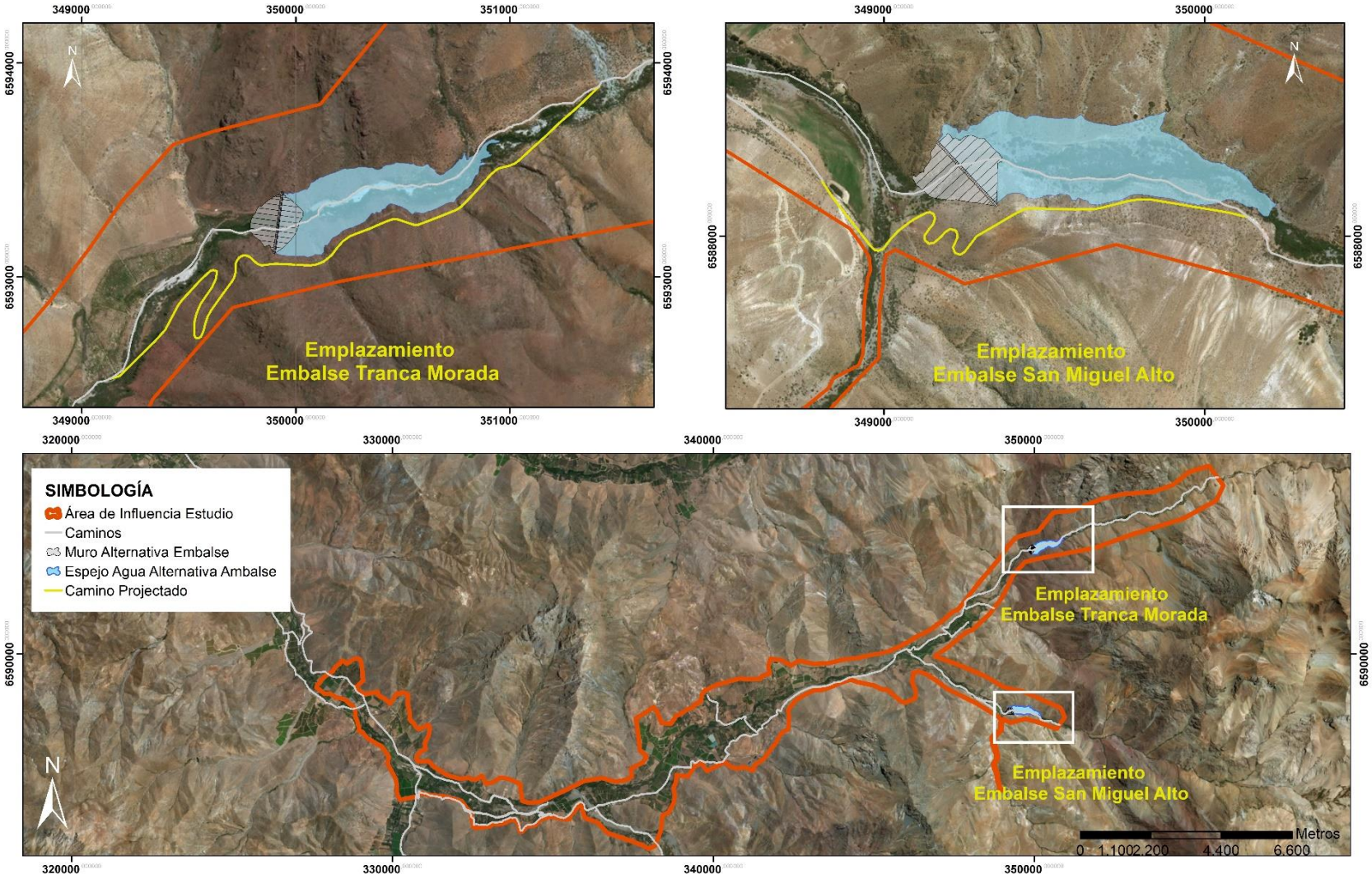


FIGURA 3.2.1-1
ALTERNATIVAS DE EMBALSE
Fuente: Elaboración propia.

3.2.2. Sitio Tranca Morada

En el Cuadro 3.2.2-1 y el Gráfico 3.2.2-1 se presenta la Curva de Embalse correspondiente al sitio. Estas curvas fueron elaboradas conforme a los trabajos topográficos realizados a escala 1:2.000. Se destacan 5 volúmenes que fueron pre-diseñados.

En el Cuadro 3.2.2-2 se presentan los volúmenes definitivos a embalsar y cota de umbral de vertedero y de fondo para esta alternativa.

En el Cuadro 3.2.2-3 se muestra un resumen de las revanchas calculadas y la cota de coronamiento la alternativa.

En el Cuadro 3.2.2-4 se resumen las cotas principales de la alternativa.

CUADRO 3.2.2-1
CURVA DE EMBALSE TRANCA MORADA
COTA DE FONDO 1.515 m.s.n.m.

Cota (m.s.n.m.)	Altura (m)	Volumen Acumulado (m^3)
1.515	0	0
1.530	15	23.825
1.532	17	48.124
1.534	19	80.241
1.536	21	122.158
1.538	23	174.184
1.540	25	237.031
1.542	27	311.708
1.544	29	396.752
1.546	31	493.861
1.548	33	604.383
1.550	35	725.051
1.552	37	860.531
1.553	38	935.514
1.554	39	1.013.911
1.556	41	1.182.669
1.558	43	1.367.322
1.560	45	1.567.668
1.562	47	1.794.413
1.563	48	1.915.882
1.564	49	2.037.351

Cota (m.s.n.m.)	Altura (m)	Volumen Acumulado (m^3)
1.565	50	2.162.689
1.566	51	2.288.027
1.568	53	2.556.595
1.570	55	2.842.659
1.571	56	2.994.396
1.572	57	3.146.133
1.574	59	3.466.138
1.576	61	3.804.773
1.577	62	3.984.122
1.578	63	4.163.471
1.580	65	4.543.003
1.581	66	4.742.873
1.582	67	4.942.742
1.584	69	5.361.090
1.585	70	5.578.605
1.586	71	5.803.460
1.587	72	6.037.837
1.588	73	6.272.214
1.590	75	6.683.945
1.592	77	7.035.245
1.594	79	7.402.887

Fuente: Elaboración propia.

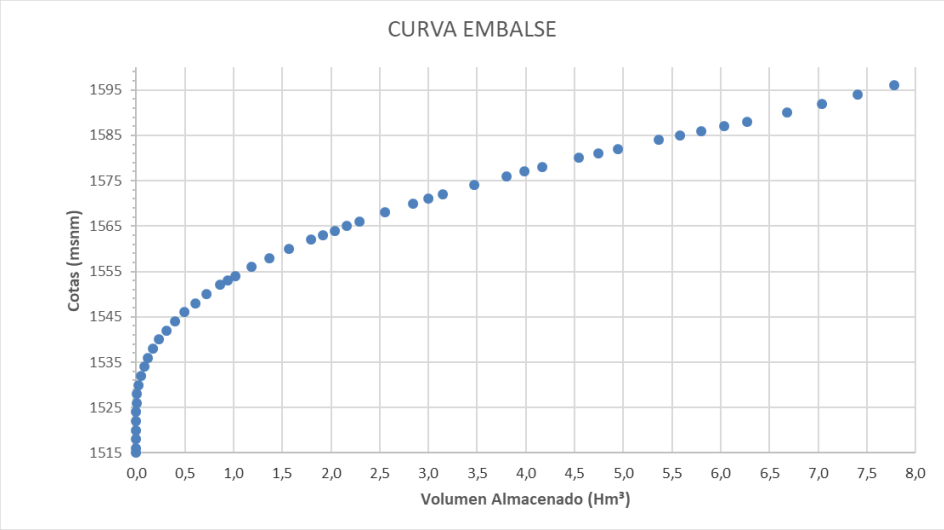


GRÁFICO 3.2.2-1
CURVA DE EMBALSE TRANCA MORADA
Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 3.2.2-2
CARACTERÍSTICAS GENERALES EMBALSE TRANCA MORADA
COTA DE FONDO 1.515 m.s.n.m.

Cota Umbral (m.s.n.m.)	Altura Muro Umbral (m)	Volumen Total (m^3)	Superficie Inundada (ha)
1.564	49	2.037.351	12,1
1.571	56	2.994.396	15,2
1.577	62	3.984.122	17,9
1.582	67	4.942.742	20,4
1.587	72	6.037.837	23,4

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 3.2.2-3
COTA DE CORONAMIENTO TRANCA MORADA

Volumen Útil (hm^3)	Revancha Oleaje (m)	Revancha Asentamiento (m)	Carga Vertedero (m)	Revancha Total (m)	Revancha Final Adoptada (m)	Altura Total Muro (m)	Cota Coronamiento (m.s.n.m.)
1	1,1	0,49	1,0	2,59	3,0	52,0	1.567,0
2	1,1	0,56	1,0	2,66	3,0	59,0	1.574,0
3	1,1	0,62	1,0	2,72	3,0	65,0	1.580,0
4	1,1	0,67	1,0	2,77	3,0	70,0	1.585,0
5	1,1	0,72	1,0	2,82	3,0	75,0	1.590,0

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 3.2.2-4
COTAS RELEVANTES TRANCA MORADA

Volumen Útil (hm³)	Longitud Vertedero (m)	Cota Umbral vertedero (m.s.n.m.)	Cota Aguas Máximas Crecida Diseño Qd (m.s.n.m.)	Cota Aguas Máximas Crecida Verificación Qv (m.s.n.m.)	Cota Coronamiento (m.s.n.m.)
1	40	1.564,00	1.565,04	1.565,66	1.567,00
2		1.571,00	1.572,04	1.572,66	1.574,00
3		1.577,00	1.578,04	1.578,66	1.580,00
4		1.582,00	1.583,04	1.583,66	1.585,00
5		1.587,00	1.588,04	1.588,66	1.590,00

Fuente: Elaboración propia.

3.2.3. Sitio San Miguel Alto

En el Cuadro 3.2.3-1 y el Gráfico 3.2.3-1 se presenta la curva de embalse correspondiente al sitio. Estas curvas fueron elaboradas conforme a los trabajos topográficos realizados a escala 1:2.000. Se destacan los 5 volúmenes a pre-diseñar.

En el Cuadro 3.2.3-2 se presentan los volúmenes definitivos a embalsar y cota de umbral de vertedero y de fondo para esta alternativa.

CUADRO 3.2.3-1
CURVA DE EMBALSE SAN MIGUEL ALTO COTA DE FONDO 1.496 m.s.n.m.

Cota (m.s.n.m.)	Altura (m)	Volumen Acumulado (m³)
1.496	0	0
1.510	14	5.396
1.512	16	13.464
1.514	18	24.771
1.516	20	42.109
1.518	22	66.175
1.520	24	96.295
1.522	26	133.653
1.524	28	177.461
1.526	30	228.918
1.528	32	288.636
1.530	34	356.641
1.532	36	434.844
1.534	38	522.758
1.535	39	569.848
1.536	40	619.840
1.538	42	728.489
1.540	44	848.070
1.542	46	978.832
1.544	48	1.119.537
1.546	50	1.272.047
1.548	52	1.437.575
1.550	54	1.617.231
1.552	56	1.811.446
1.554	58	2.018.710
1.556	60	2.240.922
1.558	62	2.478.845
1.559	63	2.605.712
1.560	64	2.732.580
1.562	66	3.002.868
1.564	68	3.288.993
1.566	70	3.592.389
1.568	72	3.912.162
1.570	74	4.247.074
1.572	76	4.598.374
1.574	78	4.966.016
1.575	79	5.156.170
1.576	80	5.351.144
1.577	81	5.552.986
1.578	82	5.754.829

Fuente: Elaboración propia.

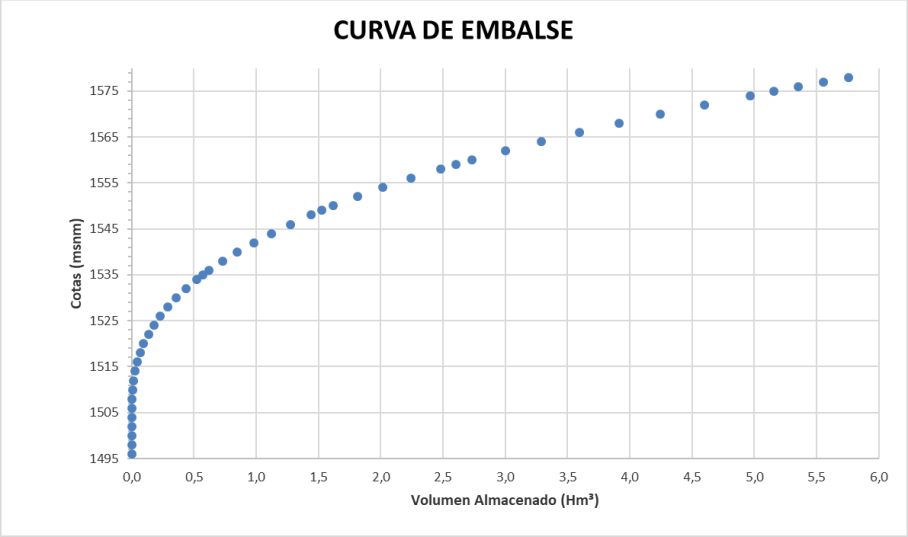


GRÁFICO 3.2.3-1
CURVA DE EMBALSE SAN MIGUEL ALTO
Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 3.2.3-2
CARACTERÍSTICAS GENERALES EMBALSE SAN MIGUEL
COTA DE FONDO 1.496 m.s.n.m.

Cota Umbral (m.s.n.m.)	Altura Muro Umbral (m)	Volumen Total (m³)	Superficie Inundada (ha)
1.564	49	2.037.351	9,4
1.571	56	2.994.396	12,7
1.577	62	3.984.122	15,6
1.582	67	4.942.742	18,0
1.587	72	6.037.837	20,2

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 3.2.3-3 se muestra un resumen de las revanchas calculadas y la cota de coronamiento de la alternativa.

CUADRO 3.2.3-3
COTA DE CORONAMIENTO SAN MIGUEL

Volumen Útil (hm³)	Revancha Oleaje (m)	Revancha Asentamiento (m)	Carga Vertedero (m)	Revancha Total (m)	Revancha Final Adoptada (m)	Altura Total Muro (m)	Cota Coronamiento (m.s.n.m.)
1	0,9	0,54	1,0	2,4	3,0	57,0	1.553,0
2	0,9	0,63	1,0	2,5	3,0	66,0	1.562,0
3	0,9	0,7	1,0	2,6	3,0	73,0	1.569,0
4	0,9	0,76	1,0	2,7	3,0	79,0	1.575,0
5	0,9	0,81	1,0	2,7	3,0	84,0	1.580,0

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 3.2.3-4 se resumen las cotas principales de la alternativa.

CUADRO 3.2.3-4
COTAS RELEVANTES SAN MIGUEL ALTO

Volumen Útil (hm³)	Longitud Vertedero (m)	Cota Umbral vertedero (m.s.n.m.)	Cota Aguas Máximas Crecida Diseño Qd (m.s.n.m.)	Cota Aguas Máximas Crecida Verificación Qv (m.s.n.m.)	Cota Coronamiento (m.s.n.m.)
1	15	1.550,00	1.551,04	1.551,71	1.553,00
2		1.559,00	1.560,04	1.560,71	1.562,00
3		1.566,00	1.567,04	1.567,71	1.569,00
4		1.572,00	1.573,04	1.573,71	1.575,00
5		1.577,00	1.578,04	1.578,71	1.580,00

Fuente: Elaboración propia.

3.3. Alternativas de Mejoramiento en Infraestructura de Conducción y Distribución

3.3.1. Antecedentes Generales

En el Área de Estudio se localizan 51 canales de riego (ver unifilar en Figura 3.3.1-1), de los cuales 42 de ellos fueron catastrados. Del total de canales existentes, sólo 29 corresponden a canales de uso comunitario, siendo éstos en los que se centra la proposición de obras y acciones de mejoras, todos los cuales forman parte del catastro realizado (en Figura 3.1, se presenta la distribución espacial de los canales Catastrados, los cuales pueden ser visualizados en detalle en Planos MTZ-RES-001 a MTZ-RES-013 y SIG Obras, ambos en Volumen Ingeniería).

A partir del diagnóstico de canales, se pudo constatar que los canales comunitarios que se propone mejorar representan el 83,6% de la longitud total de canales catastrados, lo que corresponde a un total de 97,1 km. De éstos, sólo el 15,2% de la distancia total de tramos se encuentra en buen estado, el resto requiere algún tipo de mejora. En el Cuadro 3.3.1-1 se presenta los resultados obtenidos respecto al estado de conservación de los tramos de canal catastrados, diferenciando los resultados para canales comunitarios y exclusivos y su condición de impermeabilización (revestidos, entubados o abovedados).

CUADRO 3.3.1-1
ESTADO DE CONSERVACIÓN TRAMOS DE CANAL CATASTRADOS

Condición Canal	Bueno (m)	(%)	Malo (m)	(%)	Regular (m)	(%)	Total (m)	(%)
Comunitario	**14.719,9**	**15,2**	**37.538,9**	**38,7**	**44.855,6**	**46,2**	**97.114,4**	**100,0**
Sin Impermeabilización	771,6	1,0	37.428,8	49,1	38.083,1	49,9	76.283,5	100,0
Con Impermeabilización	13.948,3	67,0	110,2	0,5	6.772,5	32,5	20.830,9	100,0
Exclusivo	**4.025,7**	**21,1**	**12.755,5**	**66,9**	**2.275,1**	**11,9**	**19.056,2**	**100,0**
Sin Impermeabilización		0,0	12.678,7	86,9	1.910,5	13,1	14.589,2	100,0
Con Impermeabilización	4.025,7	90,1	76,8	1,7	364,5	8,2	4.467,0	100,0
Total	**18.745,6**	**16,1**	**50.294,4**	**43,3**	**47.130,6**	**40,6**	**116.170,7**	**100,0**

Fuente: Elaboración propia.

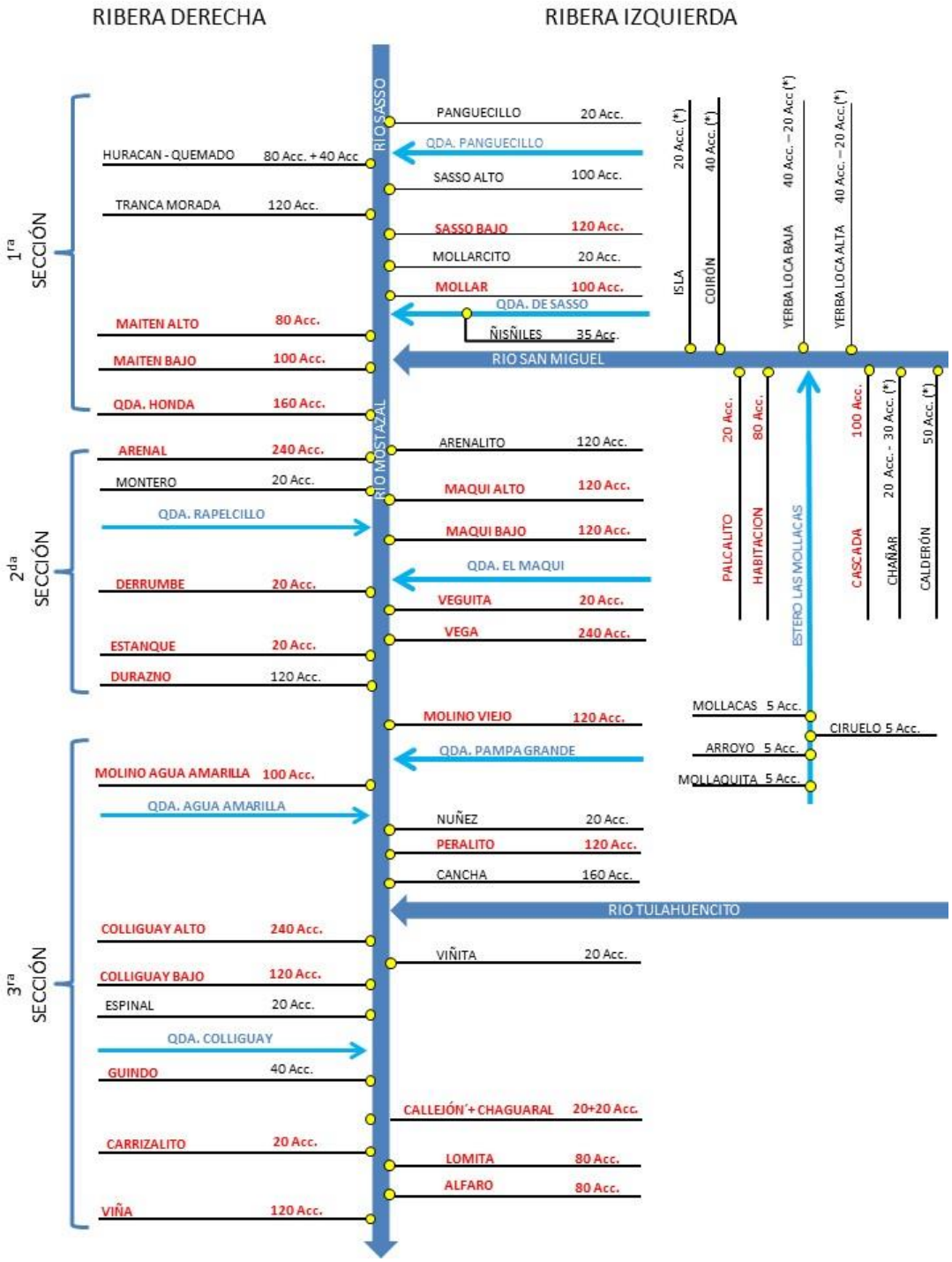


FIGURA 3.3.1-1
UNIFILAR CANALES ÁREA DE ESTUDIO

Nota: En color rojo se destaca los canales de uso comunitario que han sido considerados para la proposición de mejoras a la red de distribución y conducción de agua para riego.

Fuente: Términos de referencia del Estudio, antecedentes Junta de Vigilancia del Río Mostazal y sus Afluentes y recopilación de datos en Terreno.

De acuerdo a los antecedentes diagnosticados, la mayor parte de los tramos que requieren algún tipo de mejoras corresponden a tramos de tierra en mal estado, presentándose de igual forma tramos revestidos, principalmente con geomembrana, que requieren ser mejorados por mantener filtraciones o material con signos de deterioro (caracterizados por un estado regular y malo). En el Cuadro 3.3.1-2 se presentan los resultados obtenidos respecto a las longitudes de canales comunitarios en relación a los materiales utilizados para impermeabilización y su estado de conservación.

CUADRO 3.3.1-2
LONGITUD DE TRAMOS DE CANAL DE ACUERDO A ESTADO DE CONSERVACIÓN Y MATERIAL PARA IMPERMEABILIZACIÓN UTILIZADO EN CANALES COMUNITARIOS

Condición Canal	Bueno (m)	%	Malo (m)	%	Regular (m)	%	Total (m)	%
Sin Impermeabilización	**771,6**	**1,0**	**37.428,8**	**49,1**	**38.083,1**	**49,9**	**76.283,5**	**100,0**
Tierra	771,6	1,0	37428,8	49,1	38083,1	49,9	76283,5	100,0
Con Impermeabilización	**13.948,3**	**67,0**	**110,2**	**0,5**	**6.772,5**	**32,5**	**20.830,9**	**100,0**
Acero	58,5	27,5	10,1	4,8	144,2	67,8	212,8	100,0
Geomembrana	5740,7	56,3	23,4	0,2	4434,7	43,5	10198,9	100,0
HDPE	3073,2	95,1	63,7	2,0	94,2	2,9	3231,0	100,0
Hormigón	1778,1	94,0	12,9	0,7	99,8	5,3	1890,9	100,0
Loseta	0,0	0,0	0,0	0,0	11,4	100,0	11,4	100,0
Mampostería	439,6	33,8	2,6	0,2	862,6	66,2	1302,2	100,0
PVC	2858,1	71,9	1,8	0,0	1117,1	28,1	3975,3	100,0
Tambores	0,0	0,0	0,0	0,0	8,4	100,0	8,4	100,0
Total	**14.719,9**	**15,2**	**37.538,9**	**38,7**	**44.855,6**	**46,2**	**97.114,4**	**100,0**

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a las obras de apoyo a la red de conducción y distribución, se plantea poder contar como mínimo, para cada canal, con sistemas de captación mejorados en bocatomas, presencia de compuertas de regulación y aforadores para tramos iniciales de canal, obras de resguardo para cruces de quebradas y ríos; obras de resguardo para atraviesos de caminos y compuertas.

En el Cuadro 3.3.1-3 se presenta el estado de conservación diagnosticado para las principales obras y singularidades de los canales de uso comunitario.

En adelante se detallan cada una de las alternativas de mejoramiento en infraestructura de conducción y distribución de agua para riego en el Área de Estudio.

CUADRO 3.3.1-3
OBRAS Y SINGULARIDADES CON POSIBILIDAD DE MEJORAS

N°	Canales	Incorporación de Obras	Principales Obras y Singularidades que requieren Mejoras				
			Bocatoma (N°)	Entrega Predial (N°)	Atravieso (N°)	Cruce (N°)	Filtraciones (N°)
1	MAITÉN ALTO	-	1	32	0	0	0
2	MAITÉN BAJO	-	1	30	0	0	0
3	QUEBRADA HONDA	-	1	19	1	4	1
4	SASSO BAJO	-	1	58	1	12	9
5	MOLLAR	-	1	28	0	1	0
6	CASCADA	Aforador	1	5	1	0	0
7	HABITACIÓN	-	1	10	1	0	4
8	PALCALITO	-	1	10	2	0	0
9	ARENAL	-	1	24	0	6	0
10	DERRUMBE	-	1	7	0	0	0
11	ESTANQUE	-	1	2	0	0	0
12	DURAZNO	-	1	14	0	0	0
13	MAQUI ALTO	-	1	35	4	2	1
14	MAQUI BAJO	-	1	21	2	0	0
15	VEGUITA	-	1	9	0	0	0
16	VEGA	-	1	24	0	2	1
17	MOLINO AGUA AMARILLA	Aforador	1	2	0	0	0
18	COLLIGUAY ALTO	-	1	10	0	5	3
19	COLLIGUAY BAJO	-	1	54	0	2	0
20	CARRIZALITO	Aforador	1	21	0	0	1
21	VIÑA	-	1	17	0	3	4
22	MOLINO VIEJO	Compuerta de Regulación	1	20	2	1	0
23	PERALITO	-	1	11	1	2	0
24	CANCHA	-	1	18	0	2	0
25	GUINDO	Compuerta de Regulación; Aforador	1	11	0	0	0
26	CALLEJÓN	-	1	6	0	0	0
27	CHAGUARAL BAJO	Compuerta de Regulación; Aforador	1	14	0	0	2
28	LOMITA	Compuerta de Regulación; Aforador	1	24	0	0	0
29	ALFARO	Aforador	1	11	0	0	0
-	TOTAL		29	547	15	42	26

Fuente: Elaboración propia.

3.3.2. Revestimiento Canales

La propuesta de esta consultoría, plantea como mejora revestir en hormigón aquellos tramos actualmente en tierra y aquellos revestidos en geomembranas con estado regular y malos. El cambio de material de geomembrana a hormigón, se plantea en consideración a la experiencia de la propia CNR, que estima la vida útil del revestimiento de canales con geomembrana entre 3 y 4 años en condiciones de exposición al medio ambiente.

Cabe destacar que, al no disponer de topografía detallada de los canales, dado que no forma parte de los alcances del Estudio, se estimó la pendiente media del canal utilizando información de la restitución aerofotogramétrica.

Los tramos de canales que se propone mejorar, corresponderán a secciones rectangulares revestidos completamente en hormigón, donde se considerará una armadura mínima por retracción y temperatura debido al tamaño de las obras. Esta armadura se dispondrá en el centro de la sección.

Para el dimensionamiento de las secciones, se asume el caudal constante en todo el canal, independiente de las entregas que existan en su trazado, esto como un factor de seguridad dada la variabilidad de los caudales en las entregas prediales durante su operación.

En general, los canales que componen la red existente son de poca profundidad, menores a 80 cm, por lo que el empuje en las paredes por la influencia del suelo, dado el tipo de material existente, gravas arenosas y/o arcillosas, es de poca importancia. Teniéndose en consideración lo anterior, se propone canales con los siguientes espesores mínimos: 10 cm de radier y 10 cm de grosor de pared.

Para la revancha de canales se considera un 20% de la altura normal, manteniendo como mínimo 15 cm sobre la altura del nivel de agua.

3.3.3. Bocatoma

En el caso del presente estudio, los canales de riego de la red existente son canales pequeños y presentan captaciones superficiales precarias en la actualidad, el río Mostazal no presenta un gran cauce y profundidad, por lo que considerar obras de captación complejas con compuertas, barreras y estructuras de hormigón, todo esto asociado a un alto costo, no parece recomendable. Por ello, se sugiere realizar bocatomas de superficie, simples y que sean fácilmente reparables por los regantes.

Considerando lo expuesto, se propone realizar bocatomas de tipo rustico, a través de muros de encauzamiento construidos mediante trípodes de madera, clavados en el cauce afianzados con bolones y alambres, también denominados “Patas de Cabras” (Figura 3.3.3-1).

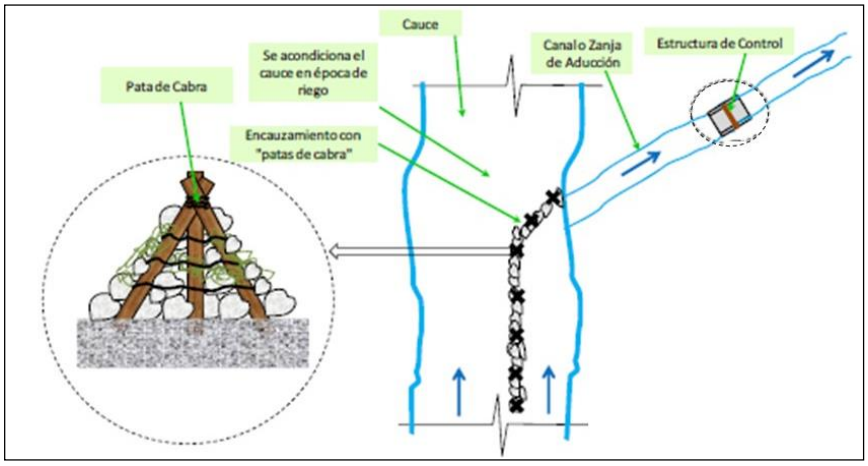


FIGURA 3.3.3-1
ESQUEMA DE BOCATOMA RUSTICA
Fuente: Guías de reconocimiento de obras tipos y procedimientos (DGA, 2009).

El muro, dispuesto como lo indica la figura precedente, permite que el nivel de agua se eleve para ser conducido por el canal de captación, el cual una vez que ha tomado una cota igual o superior a la crecida máxima del río, dispone de una compuerta de admisión o regulación para el caudal captado, la cual se encuentra seguida de una estructura de aforo.

3.3.4. Compuertas de Regulación

La regulación se realizará mediante el uso de compuertas planas de control manual mediante volante, cuyas dimensiones se adaptan según el canal en particular. Estas compuertas se caracterizan por deslizarse en guías de perfiles de acero que se empotran en estructuras de hormigón o albañilería de piedra. Los elementos principales de este tipo de compuerta se mencionan en el siguiente listado y un esquema general de compuerta se presenta en Figura 3.3.4-1:

- Compuerta principal
- Estructura de soporte
- Pantalla
- Sello de Pantalla
- Recesos y guías para compuerta principal
- Vástago y volante
- Sello de fondo o sello de radier

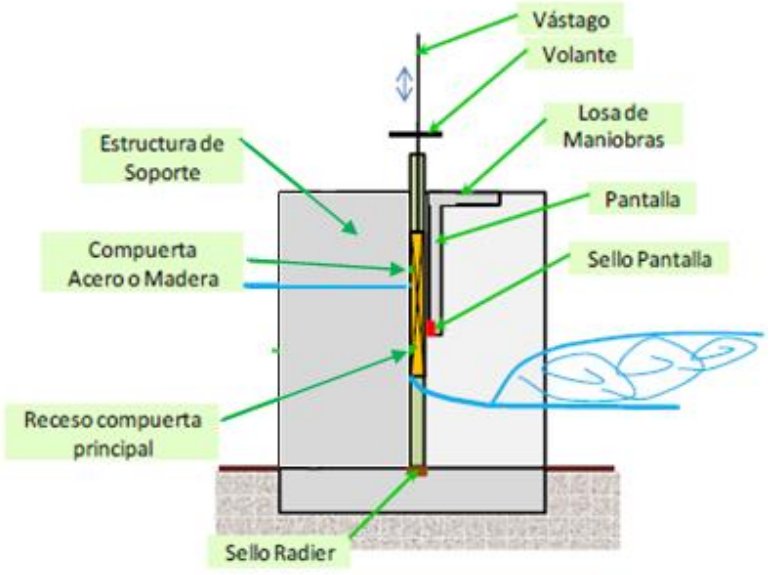
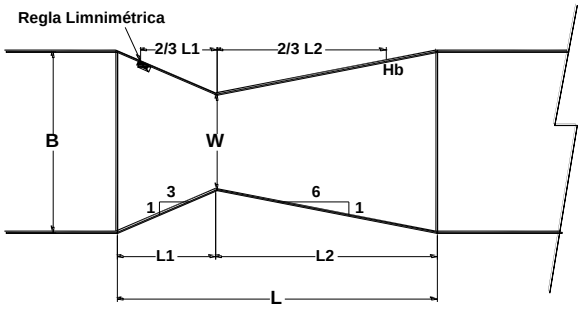


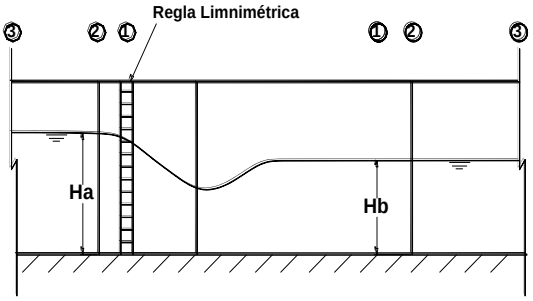
FIGURA 3.3.4-1
COMPONENTES DE UNA COMPUERTA PLANA
Fuente: Guías de reconocimiento de obras tipos y procedimientos (DGA, 2009).

3.3.5. Aforadores

La estructura que se sugiere utilizar para los aforadores, corresponde a la denominada canaleta Parshall. Sus relaciones de cálculo se presentan a continuación, obteniéndose de apuntes realizados por el Ingeniero Sr. Horacio Mery. En Fotografía 3.3.5-1 se puede apreciar aforador Parshall, actualmente en uso dentro del Área de Estudio.

<u>Disposición de la Obra</u>





Dónde: $Q = C \times H_a^n$ $C = K \times W^{1,025}$

Q= caudal en m^3/s

H_a= altura de escurrimiento a 2/9 L de la garganta**.** n y K se obtienen de figura adjunta.

se recomienda $H_a/L=0,40$

Para escurrimiento libre se debe cumplir: **$H_b = S_t \times H_a$**

Hb= altura a la salida.

S_t es obtenido a partir de gráficos.



FOTOGRAFÍA 3.3.5-1
CANALETA PARSHALL TIPICA ZONA DE ESTUDIO
Fuente: Equipo consultor.

3.3.6. Obras de Cruces en Quebradas y Ríos

Para la realización de estos cruces, se proponen dos alternativas, cruce entubado o cruce en Sifón, la elección de cual utilizar queda determinado por las condiciones topográficas de cada cruce en particular. Las características de cada uno se describen a continuación:

Cruce entubado: Este cruce se utilizará en todos aquellos en los cuales la configuración topográfica permita conservar la pendiente descendente del canal, manteniendo su continuidad entre el tramo de llegada y salida del cruce (Figura 3.3.6-1).

Este cruce se caracteriza por el uso de tubos prefabricados de hormigón armado, debidamente selladas para impedir pérdidas, los cuales deben ser enterrados a la debida profundidad con objeto de evitar ser afectados por la socavación del cauce, tanto local como general. De acuerdo a lo establecido por CNR, las socavaciones deben ser calculadas para un periodo de retorno de 100 años y la profundidad mínima debe ser mayorada por un factor de seguridad de 1,2.

Además, se sugiere proteger la parte del cajón que pasa por la quebrada con alguna obra, ya sea mediante un badén de hormigón u obra tipo pedraplén, con objeto de garantizar en el tiempo la integridad del cruce.

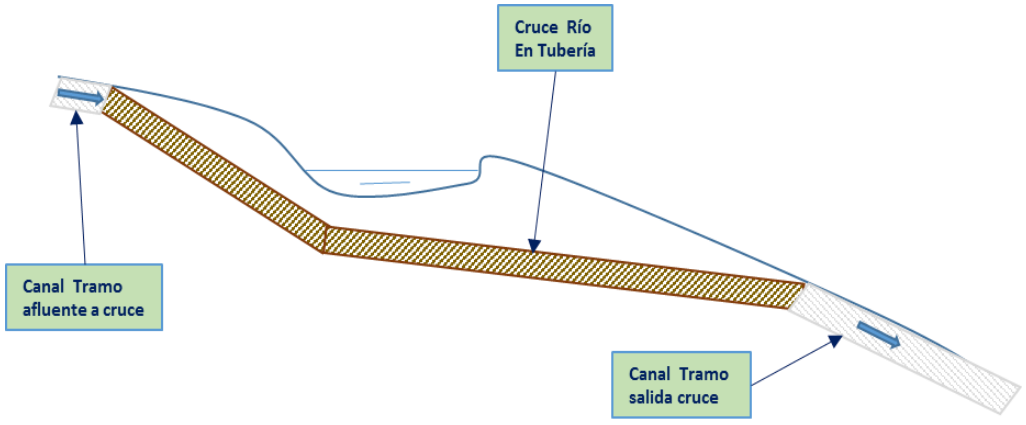


FIGURA 3.3.6-1
ESQUEMA DE CRUCE ENTUBADO
Fuente: Elaboración propia.

Cruce en Sifón Invertido: En el caso que la topografía del cruce no permita la continuidad del canal, se debe realizar una obra de tipo sifón. Este tipo de estructura permite salvar el desnivel producido por el cruce de la sección transversal del río, y se compone por cámaras de carga en hormigón a la entrada y salida de la conducción del cruce, las que puede ser en tubería o cajón. Ver esquema típico en las Figuras 3.2.6-2 y 3

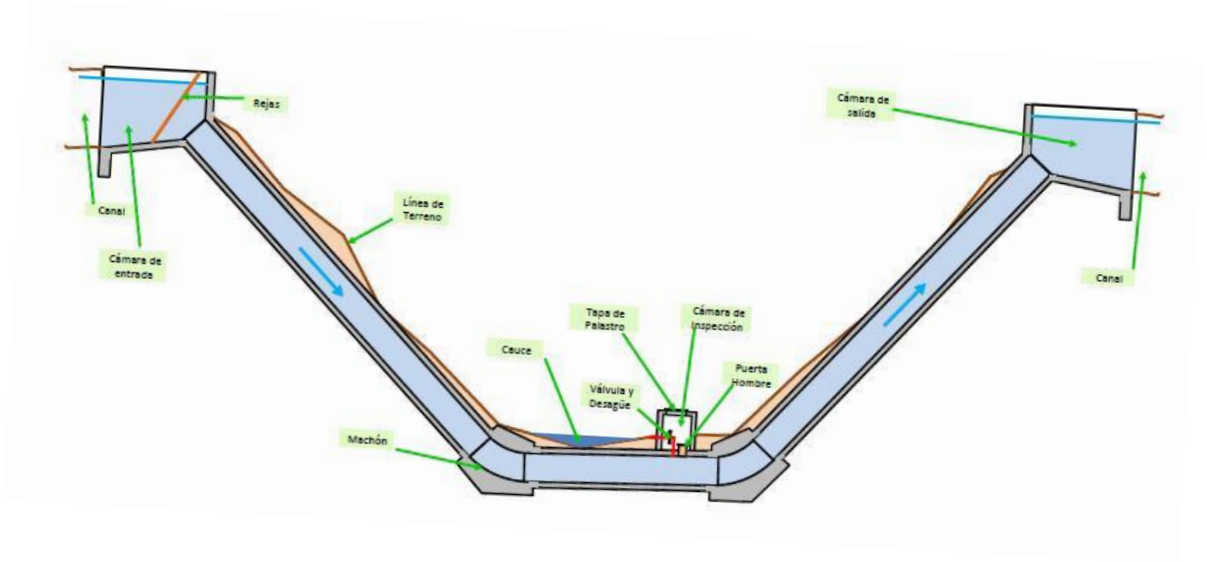


FIGURA 3.3.6-2
ESQUEMA DE UN SIFÓN INVERTIDO
Fuente: Guías de reconocimiento de obras tipos y procedimientos (DGA, 2009).

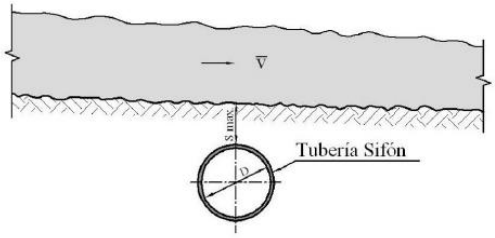


FIGURA 3.3.6-3
ESQUEMA DE UN SIFÓN INVERTIDO
Fuente: Guías de reconocimiento de obras tipos y procedimientos (DGA, 2009).

3.3.7. Obras de Atraviesos

3.3.7.1. Caminos Principales

Los cruces de caminos principales hacen referencia a cruces de las vías principales de acceso a las zonas urbanas de los sectores de riego, por lo general de alto tráfico vehicular, dada esta condición, para este tipo de cruce se sugiere utilizar cajones o tubos prefabricados de hormigón con muros de cabecera, cuyas dimensiones estarán determinadas a partir de las condiciones hidráulicas y longitudes de los cruces en cada caso. En Fotografía 3.3.7.1-1 se presenta un cruce principal típico.



FOTOGRAFÍA 3.3.7.1-1
CRUCE CAMINO PRINCIPAL
Fuente: Equipo Consultor.

3.3.7.2. Caminos Secundarios

Para los caminos secundarios, ya sean de tipo peatonal o tránsito vehicular, se utilizarán cruces de alcantarillas con muros de cabecera, ya sea en HDPE, Acero u hormigón ceñidos a las especificaciones del Manual de Carretera. En Fotografía 3.3.7.2-1 se presenta un cruce secundario típico.



FOTOGRAFÍA 3.3.7.2-1
CRUCE CAMINO SECUNDARIO

Fuente: Equipo Consultor.

3.3.8. Entregas Prediales

Corresponden a Estructura de control sencilla, obra que podrá ser de albañilería de piedra u hormigón simple, en la cual se colocan tablones de madera o plancheta plana metálica, la que será controlada en forma manual para su apertura o cierre (Fotografía 3.3.8-1).



FOTOGRAFÍA 3.3.8-1
COMPUERTA DE ENTREGA PREDIAL

Fuente: Equipo Consultor.

3.3.9. Tranque de Regulación

3.3.9.1. Antecedente General

De acuerdo a las iniciativas recorridas en las labores de Participación Ciudadana del estudio, se ha considerado un pequeño proyecto de acumulación de aguas que pueden ser conducidas por el canal Peralito y almacenadas en un tranque localizado en las cercanías de la confluencia de la quebrada Tulahuencito.

Desde el tranque abastecido por el canal Peralito, las aguas pueden derivarse al canal Cancha, y desde este último, abastecer a los canales Callejón, Chaguaral Bajo y Guindo, tal como se puede observar en la Figura 3.3.9.1-1. Se considera sólo la posibilidad de conducir los derechos de estos últimos canales en ocasiones esporádicas en los cuales sus bocatomas quedan sin posibilidad de captar sus propios recursos.

Las obras consideradas en este proyecto son las siguientes:

- Descarga desde canal Peralito a tranque.
- Tranque.
- Descarga desde tranque a canal Cancha.
- Descarga canal Cancha a canales bajos.

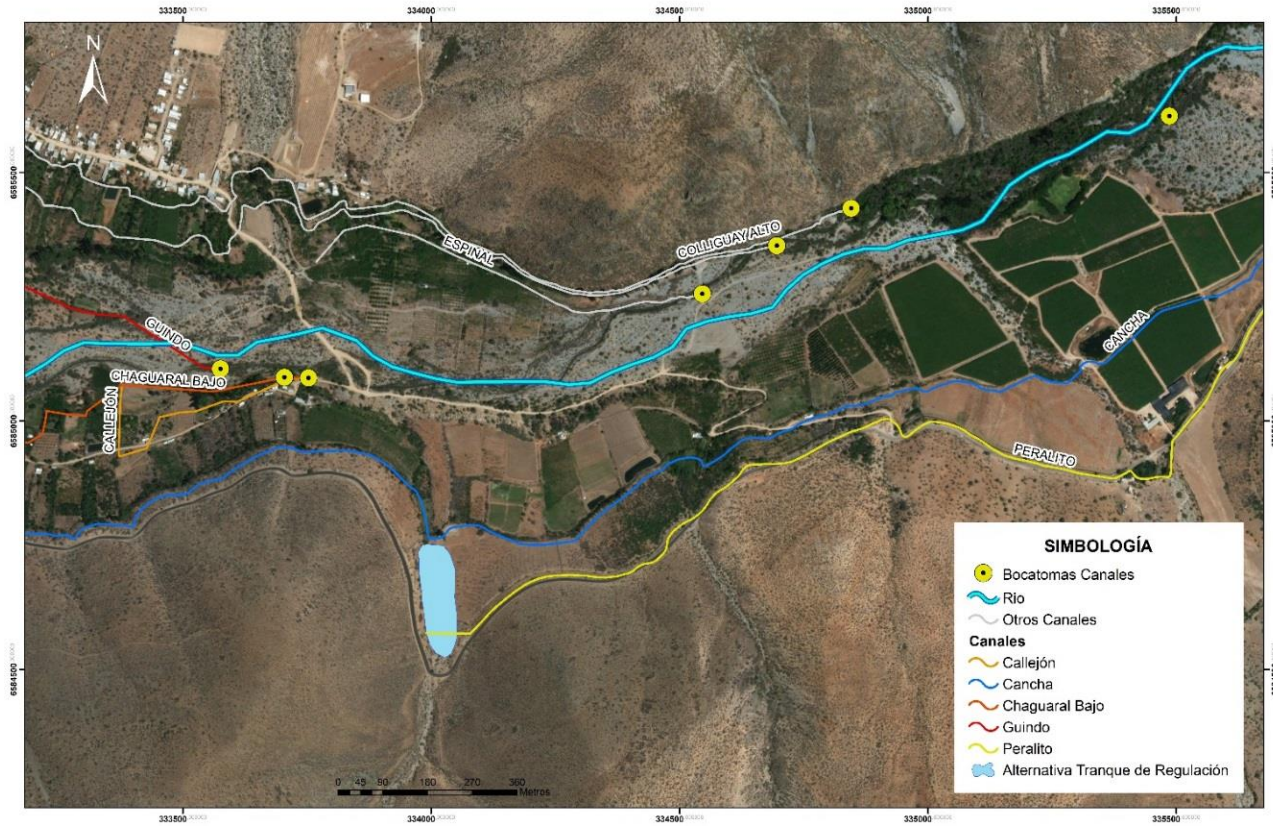


FIGURA 3.3.9.1-1
ESQUEMA OBRAS DE MEJORAMIENTO CANALES PERALITO Y OTROS RIBERA DERECHA RÍO MOSTAZAL

Fuente: Elaboración propia, en base a catastro de canales.

3.3.9.2. Descargas

Las descargas son aquellas obras que se diseñan para unir dos canales dentro del sistema de riego existente. Esta obra consiste en una entrega, que generalmente sale paralela al canal principal, en la que la regulación del agua que se extrae se realiza por medio de compuertas diseñadas en ambos canales, seguidas cada una por un aforador tipo Parshall. Posteriormente se desarrolla normalmente un rápido que descarga sus aguas hacia el canal ubicado a una cota inferior.

En este caso se considera la primera descarga que entrega las aguas conducidas por el canal Peralito al tranque. La segunda, desde el tranque al canal Cancha, y, por último, desde el canal Cancha a los canales más bajo.

3.3.9.3. Tranque

El tranque está formado por un muro homogéneo de tierra con contenido de arcilla suficiente para obtener su impermeabilidad. El material existente en el sitio es del tipo granular, por lo tanto, si se considera la utilización de este material, será necesario impermeabilizar las paredes y fondo

del tranque. El muro se diseñó de acuerdo con los criterios establecidos en el manual "Diseño de Pequeñas Presas".

El vertedero consiste en un canal excavado a una cota suficiente para que no rebalse el tranque y que después tienen su trazado por un costado del muro hasta unirse al canal de entrega del embalse.

La obra de entrega consiste en una cámara de entrada con una rejilla para evitar el ingreso de basura hacia la tubería que cruza por debajo del muro. Esta tubería de diámetro 300 mm, se inicia en la cámara con rejilla y termina aguas abajo del muro en una válvula tipo Meplat de 300 mm. En su trayecto bajo el muro la tubería tiene dos collares de hormigón para evitar el deslizamiento y cortar filtraciones. Después de la válvula la entrega sigue como canal hasta unirse al canal de evacuación del vertedero.

Las características principales del tranque se presentan en Cuadro 3.3.9.3-1.

CUADRO 3.3.9.3-1
ANTECEDENTES CARACTERÍSTICOS PARA TRANQUE EN CANAL PERALITO

Dato	Valor	Unidad
Cota Máxima	851,4	m.s.n.m.
Cota Mínima	849,0	m.s.n.m.
Altura muro	2,4	m.s.n.m.
Volumen Bruto	6.450,0	m^3
Volumen Muerto	52,0	m^3
Volumen Útil	9.764,0	m^3

Fuente: Elaboración propia.

3.4. Obra de Extracción y Acumulación de Agua Subterránea

A partir del análisis de antecedentes recabados respecto a la situación hidrogeológica dentro del Área de Estudio (Contenido en informe de ingeniería), se desestimó la posibilidad de evaluar alternativas de embalsamiento de agua subterránea, así como también la posibilidad de evaluar la implementación de baterías de pozos, dado el rechazo generalizado de actores locales a este tipo de alternativas, lo cual fue consignado en encuesta agropecuaria (desarrollado en Volumen Agroeconómico del presente Estudio).

De igual forma se destaca la presencia de napas a profundidades bajas y sectores de afloramiento bien identificados en el valle, lo cual permite la posibilidad de implementar el emplazamiento de una obra menor destinada a aumentar el nivel del agua en el río Mostazal, específicamente en el sector de Colliguay, construyendo un muro que retenga de forma parcial agua subsuperficial, permitiendo dar seguridad en la captación y distribución de agua a los canales Colliguay Alto, Colliguay Bajo y Espinal; todos los cuales presentan dificultades de abastecimiento en periodos de escasez, en los cuales ni siquiera el sistema de turno permite mejora la entrega de agua.

3.5. Interferencias

Considerando los antecedentes recopilados, la identificación de interferencias se acotó a las obras asociadas a la construcción de embalses. En este sentido, es posible distinguir tres tipos de interferencias: bocatomas, tramos de canal; y caminos intraprediales, todas ubicadas dentro de la zona de inundación y/o el eje de muro de los embalses analizados (San Miguel Alto y Tranca Morada). La ubicación de cada una de estas interferencias y las variantes propuestas es posible visualizarlas en los Planos MTZ–EXP 001 y 002.

En Cuadro 3.5-1 se presenta la ubicación de bocatomas que resultan afectadas como interferencia para los sitios de embalse analizados.

CUADRO 3.5-1
UBICACIÓN DE BOCATOMAS QUE RESULTAN AFECTADAS COMO INTERFERENCIA PARA LOS SITIOS DE EMBALSE

ID	Sitio Embalse	Canal	Ubicación Bocatoma (UTM 19 S)	
			Coordenada E	Coordenada N
1	San Miguel Alto	Yerba Loca Alto	349.993	6.593.298
2	San Miguel Alto	Cascada	349.791	6.593.251
3	Tranca Morada	Tranca Morada	349.365	6.588.250

Fuente: Elaboración propia.

3.6. Sitios de Empréstito

3.6.1. Tranca Morada

El material en el sitio analizado se encuentra bajo las 19”, dimensiones aptas para ser trasladas en camiones tolva a la zona de ejecución del Embalse. Asimismo, se cuenta con un 82% de material bajo las 9” y prácticamente nulo contenido de finos (no superior al 2%), lo cual da indicios de un material apto para ser utilizado para la construcción del embalse.

De acuerdo a las exploraciones, el material correspondiente a grava arenosa puede ser excavado con la maquinaria convencional (excavadora), y según las prospecciones profundas, este material se encuentra hasta una profundidad aproximada de 13 m.

La superficie aproximada para el yacimiento es de 20 ha, estimándose un volumen de empréstito de 2.588.839 m^3, lo cual contempla una profundidad útil de 13 m, un rendimiento de un 70%, y un volumen adicional de un 50% del material necesario para el volumen de relleno, el que corresponde a 1.208.125m^3 para la alternativa de presa mayor en evaluación (5 hm^3).

En la Figura 3.6.1-1 se aprecia la ubicación espacial de la zona de empréstito, situándose dentro del área de inundación del sitio de embalse.

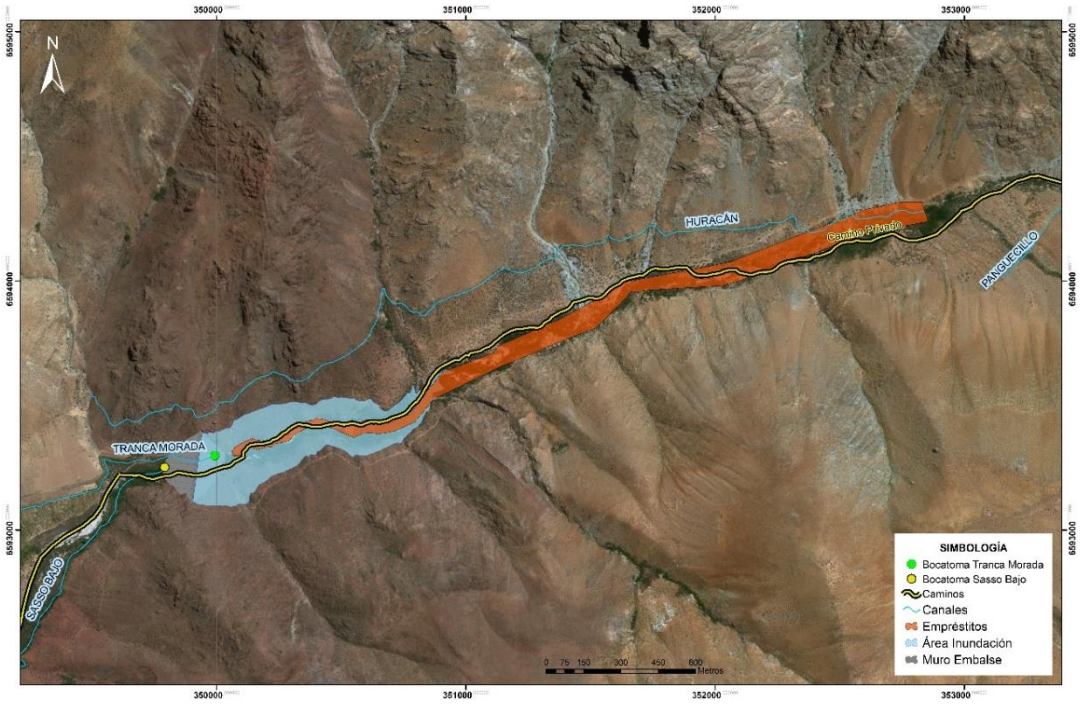


FIGURA 3.6.1-1
SITIOS DE EMPRÉSTITO TRANCA MORADA
Fuente: Elaboración propia.

3.6.2. Sitio San Miguel Alto

Este sitio de empréstito se ha ubicado aguas abajo del eje del muro del embalse, en el área de confluencia del río San Miguel y la quebrada Las Mollacas (Ver Figura 3.6.2-1).

Se observa que el material es apto para ser transportado desde el empréstito hasta la zona de ejecución del embalse, esto debido a que la mayor parte del material se encuentra bajo las 14", dimensiones aptas para ser trasladas en camiones tolva. Asimismo, se cuenta con un 75% de material bajo las 9" y prácticamente nulo contenido de finos (no superior al 8%), lo cual da indicios de un material apto para ser utilizado para la construcción del embalse.

De acuerdo a las exploraciones, el material correspondiente a grava arenosa puede ser excavado con la maquinaria convencional (excavadora), y según las prospecciones profundas, este material se encuentra a una profundidad aproximada de 11,5 m.

La superficie aproximada para el yacimiento es de 22 ha, estimándose un volumen de empréstito de 3.020.151 m^3, lo cual contempla una profundidad útil de 14 m, un rendimiento de un 70%, y un volumen adicional de un 50% del material necesario para el volumen de relleno, el que corresponde a 1.409.404 m^3 para la alternativa de presa mayor en evaluación (5 hm^3).

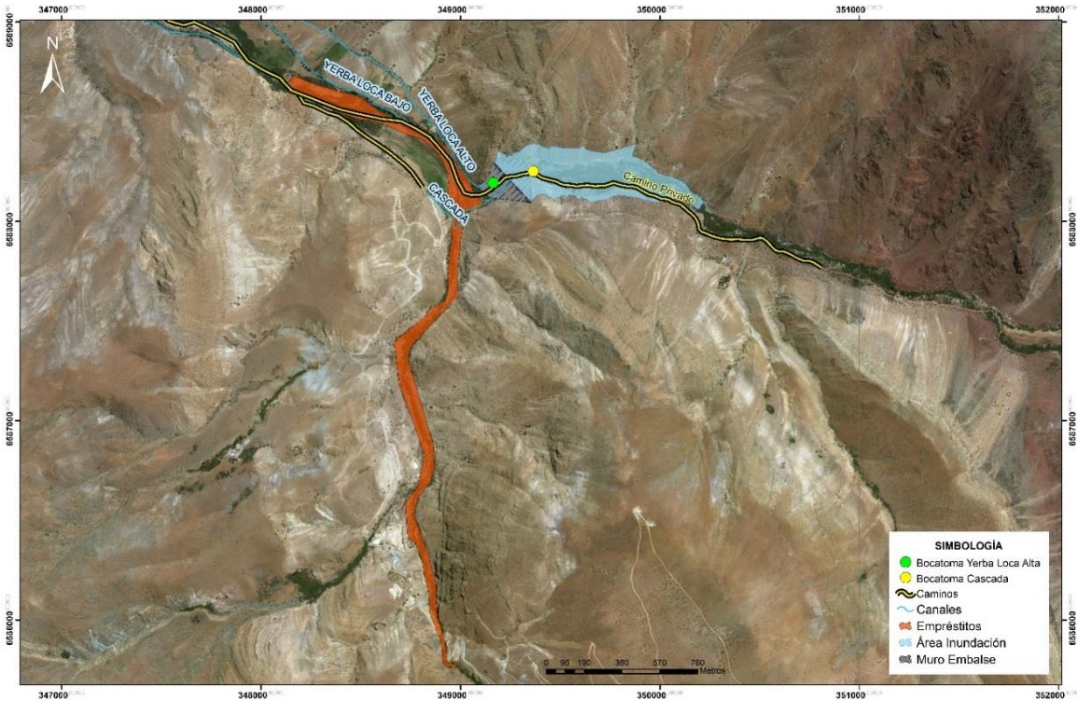


FIGURA 3.6.2-1
SITIOS DE EMPRÉSTITO SAN MIGUEL ALTO
Fuente: Elaboración propia.

3.7. Incidencia Directa de las Alternativas de Obras en el Territorio

3.7.1. Antecedentes Generales

3.7.1.1. Derechos de Aprovechamiento de Aguas (DAA)

A partir de los antecedentes legales recopilados, es posible señalar que las aguas superficiales administradas por la Junta de Vigilancia del río Mostazal y sus afluentes se distribuyen de acuerdo a las acciones inscritas en la constitución y reinscripción del año 1998 (Cuadro 3.7.1.1-1).

Tal como se presentó anteriormente, la Escritura de Constitución Junta de Vigilancia del Río Mostazal y sus Afluentes (1998) distribuye los derechos de aprovechamiento de aguas permanentes y eventuales constituidos entre los canales pertenecientes a la Junta de Vigilancia con una relación de 1 acción= 1 l/s. Todos los recursos que sobrepasen los 3.335 l/s en el Río Mostazal y Afluentes y los 480 l/s en el Río San Miguel se encuentran asignados para almacenamiento en el Embalse Paloma, ubicado en el Río Grande.

Por su parte, actualmente existe un proceso de regularización de derechos de aprovechamiento de aguas individuales, el cual se lleva a cabo desde el año 2013. No obstante, lo anterior, según lo indicado por la Junta de Vigilancia, aún existe una proporción importante de los agricultores que no regularizan o perfeccionan sus inscripciones.

CUADRO 3.7.1.1-1
RESUMEN DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS (*)

Fuente de Agua	Derechos Permanentes			Derechos Eventuales		
	Ribera Derecha	Ribera Izquierda	Total	Ribera Derecha	Ribera Izquierda	Total
Río Mostazal	1.200,000	1.300,000	2.500,000	0,000	0,000	0,000
Río San Miguel	80,000	220,000	300,000	100,000	80,000	180,000
Estero Las Mollacas	15,000	5,000	20,000	0,000	0,000	0,000
Río Sasso	420,000	360,000	780,000	0,000	0,000	0,000
Afluente Queb. de Sasso	0,000	35,000	35,000	0,000	0,000	0,000
Total	1.715,000	1.920,000	3.635,000	100,000	80,000	180,000

(*) Además de los derechos anteriores, existen 223,875 acciones permanentes y 52,0 acciones eventuales constituidas en el Río Tulahuencito, pero que no son parte del presente estudio.

Fuente: Constitución Junta de Vigilancia del Río Mostazal y sus Afluentes (1998).

Con respecto a las Organizaciones de usuarios de Aguas OUAs, actualmente se reconocen 36 comunidades de aguas, que pertenecen a la Junta de Vigilancia del Río Mostazal y sus afluentes. El resto de los canales son particulares.

Lo anterior tiene implicancias directas en los recursos posibles de ser acumulados en cada alternativa de embalse, además contemplando la ubicación del muro de presa. En el Cuadro 3.7.1.1-2 se resumen los derechos de aprovechamiento aguas arriba y abajo de las alternativas de Tranca Morada y San Miguel Alto.

CUADRO 3.7.1.1-2
UBICACIÓN DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS
RESPECTO A LOS SITIOS DE EMBALSE

Ubicación	Fuente de Agua	Derechos de Aprovechamiento de Aguas (acciones o l/s)	
		Permanentes	Eventuales
Sitio Tranca Morada - Aguas Arriba	**Rio Sasso**	240,0	0,0
Sitio Tranca Morada - Aguas Abajo	**Quebrada de Sasso**	35,0	0,0
	Rio Sasso	540,0	0,0
Sitio San Miguel Alto - Aguas Arriba	**Río San Miguel**	160,0	100,0
Sitio San Miguel Alto - Aguas Abajo	**Estero Las Mollacas**	20,0	0,0
	Río San Miguel	140,0	80,0
Agua abajo de Confluencia Ríos Mostazal y San Miguel	**Rio Mostazal**	2.500,0	0,0
Total		3.635,0	180,0

Fuente: Elaboración propia a partir de Constitución Junta de Vigilancia del Río Mostazal y sus Afluentes (1998) y catastro de infraestructura.

En el caso de los canales que se ubican sobre las obras se recomienda que la operación contemple un mecanismo de tributación de los derechos de aprovechamiento de aguas de los canales de aguas arriba hacia el embalse en un periodo del año acordado entre los regantes, de forma de acumular la mayor cantidad de recursos posibles para la temporada de riego, en la cual estos mismos

canales podrán extraer la totalidad de sus derechos, independiente del caudal afluente del cauce ni las fracciones alícuotas calculadas a partir de las acciones constituidas.

Un caso particular sucede con los sectores de riego ubicados bajo la confluencia de los ríos Mostazal y San Miguel. Una de las opciones de operación de los embalses en forma complementaria consiste en utilizar los recursos acumulados en el embalse San Miguel Alto, luego de satisfacer las demandas de este valle, para abastecer a los canales del río Mostazal bajo la confluencia con el Río San Miguel. El funcionamiento histórico de la distribución del agua de riego del valle es concordante con dicha premisa, ya que se reconoce por parte de la junta de vigilancia un acuerdo para el uso compartido de las aguas del río San Miguel de la siguiente forma:

- **Acuerdo histórico:** Tributación nocturna diaria (12 horas) de las aguas del río San Miguel para su uso en el río Mostazal.

- **Acuerdo actual:** Turno de 72 horas seguidas para uso del agua del río San Miguel por los regantes del valle homónimos y posterior tributación al río Mostazal por 96 horas seguidas.

Si bien la Junta de Vigilancia declara que este acuerdo se encuentra formalizado en documentos antiguos y actas de las reuniones de directorio, hasta el día de hoy no se ha podido tener acceso a dicha información. No obstante, se destaca, en base a la información de regantes del río San Miguel y Mostazal, la amplia aceptación del acuerdo.

Dados los significativos excedentes de agua generados al realizar el balance oferta-demanda del río san Miguel, no se identifican limitantes para que este acuerdo continúe vigente con una posible obra de acumulación. Sin embargo, se recomienda que el acuerdo de distribución sea formalizado (o reformalizado) en un nuevo documento con reconocimiento legal, además de ser incorporado en la regla de operación de las obras propuestas.

3.7.1.2. Afectación en la Propiedad de la Tierra

La afectación de predios privados por el emplazamiento de obras para almacenar un volumen útil de 5 hm^3 se remite sólo a siete predios, los que resultarían intervenidos específicamente por el emplazamiento de los dos sitios de embalse. Los antecedentes de cada una de estas propiedades se presentan en el Cuadro 3.7.1.2-1, en el cual se precisa Rol de avalúo, Dirección/nombre de predio, nombre del propietario y superficie de la propiedad, en tanto en los Cuadro 3.7.1.2-2 a 3.7.1.2-4, se presentan antecedentes asociados a los Lotes de Expropiación: antecedentes generales, deslindes, y valor del suelo respectivamente.

En los Planos MTZ–EXP 001 y 002, se presentan para cada sitio de embalse, la localización de predios y los lotes de expropiación, junto a los antecedentes que caracteriza a cada uno de estos, así como también la ubicación de elementos de interés como trazado de canales, caminos y otros.

CUADRO 3.7.1.2-1
ANTECEDENTES PREDIOS INTERVENIDOS

Nº Rol de Avalúo	Comuna	Nombre Propietario SII	Nombre y Dirección Propiedad SII	Superficie Intervención Predio (Ha) (*)
110-1	MONTE PATRIA	CORTES ARCE JOSE SUC	El Maitén	0,3053
110-2	MONTE PATRIA	VILLALOBOS HENOT NICANOR	El Maitén	21,1807
112-1	MONTE PATRIA	VALDIVIA RAMIREZ EVA MARGARITA	Eva Margarita Valdivia Ramírez	53,8995
112-10	MONTE PATRIA	RODRIGUEZ ACUÑA ANTONIA	El Sasso- de El Maitén	0,3714
112-6	MONTE PATRIA	ARCE LOPEZ ALICIA AGUSTINA	Alicia Agustina Arce López	0,6407
SIN ROL	MONTE PATRIA	-	-	46,025
SIN ROL (**)	MONTE PATRIA	-	-	0,0568

(*) Calculado a partir de Plano de propiedades.
(**) Bien Nacional de Uso Público, Caja de Río.
Fuente: Elaboración propia, a partir de antecedentes SII y Cartografía Predios CIREN.

CUADRO 3.7.1.2-2
ANTECEDENTES GENERALES LOTES DE EXPROPIACIÓN

N° Lote	Rol Avalúo	Alternativa Obra	Observaciones	Ancho Faja Expropiada	Superficie Total A Expropiar (Ha) (*)
1	112-6	Tranca Morada	CAMINO ACCESO	s	0,6407
2	112-10		VARIANTE CAMINO	10	0,3714
3	112-1		VARIANTE CAMINO; PRESA; ÁREA DE INUNDACIÓN; EMPRESTITO	VARIABLE	53,8995
4	SIN ROL		ZONA EMPRESTITO	VARIABLE	10,9255
5	SIN ROL	San Miguel Alto	CAMINO ACCESO	8	0,4595
6	110-2		CAMINO ACCESO	8	0,3824
7	SIN ROL		BNUP; CAMINO ACCESO	8	0,0568
8	110-2		CAMINO ACCESO	8	1,9279
9	110-1		VARIANTE CAMINO	10	0,1838
10	110-1		ZONA EMPRESTITO	VARIABLE	0,1215
11	SIN ROL		ZONA EMPRESTITO	VARIABLE	10,8434
12	110-2		VARIANTE CAMINO; PRESA; ZONA EMPRESTITO	VARIABLE	18,8704
13	SIN ROL		VARIANTE CAMINO; PRESA; ÁREA DE INUNDACIÓN	VARIABLE	23,7966

(*) Calculado a partir de Plano de propiedades.

Fuente: Elaboración propia, a partir de antecedentes SII y Cartografía Predios CIREN.

CUADRO 3.7.1.2-3
DESLINDES PARA CADA LOTE

N° Lote	Rol Avalúo	Deslinde			
		NORTE	SUR	ESTE	OESTE
1	112-6	Resto del mismo predio	Resto del mismo predio	Rol 112-10	Rol 112-2
2	112-10	Resto del mismo predio	Resto del mismo predio	Rol 112-1	Rol 112-6
3	112-1	Resto del mismo predio	Resto del mismo predio	LOTE 4	Resto del mismo predio
4	SIN ROL	Resto del mismo predio	Resto del mismo predio	Resto del mismo predio	LOTE 3
5	SIN ROL	Resto del mismo predio	Resto del mismo predio	ROL 110-2	Resto del mismo predio
6	110-2	Resto del mismo predio	BNUP	BNUP	SIN ROL
7	SIN ROL	ROL 110-2	110-2	Resto del mismo predio	Resto del mismo predio
8	110-2	BNUP, Resto del mismo predio	Resto del mismo predio	110-1, Resto del mismo predio	BNUP
9	110-1	110-2	Resto del mismo predio	110-2	Resto del mismo predio
10	110-1	110-2	LOTE 11	Resto del mismo predio	Resto del mismo predio
11	SIN ROL	Resto del mismo predio	110-1	Resto del mismo predio	Resto del mismo predio
12	110-2	Resto del mismo predio	Resto del mismo predio	LOTE 13	Resto del mismo predio
13	SIN ROL	Resto del mismo predio	Resto del mismo predio	Resto del mismo predio	LOTE 12

Fuente: Elaboración propia, a partir de antecedentes SII y Cartografía Predios CIREN.

CUADRO 3.7.1.2-4
VALOR SUELO PARA CADA ALTERNATIVA Y LOTE

Sitio Obra	N° Lote	Rol	Superficie Total Lote (m²)	Valor Moneda Nacional		
				Valor (*) Suelo ($/m²)	Valor Expropiación Lote	Valor Expropiación Alternativa
Tranca Morada	1	112-6	6.407	710	4.548.970	467.443.410
	2	112-10	3.714	710	2.636.940	
	3	112-1	538.995	710	382.686.450	
	4	SIN ROL	109.255	710	77.571.050	
San Miguel Alto	5	SIN ROL	4.595	710	3.262.450	402.160.330
	6	110-2	3.824	710	2.715.040	
	7	SIN ROL	568	710	403.280	
	8	110-2	19.279	710	13.688.090	
	9	110-1	1.838	710	1.304.980	
	10	110-1	1.215	710	862.650	
	11	SIN ROL	108.434	710	76.988.140	
	12	110-2	188.704	710	133.979.840	
	13	SIN ROL	237.966	710	168.955.860	

(*) Valor promedio referencial, para propiedades con características similares a las analizadas, respecto a superficie, medio construido y uso de suelo.

Fuente: Elaboración propia.

3.7.1.3. Área de Beneficio

El Área de Beneficio del Proyecto se distribuye en toda el Área de Estudio, la cual abarca aproximadamente una superficie de 4.270 ha, distinguiéndose en esta, cuatro sectores de riego, los cuales se describen a continuación:

- **Sector 1:** Incluye la parte alta del valle, abarcando hasta lo regado por el canal Quebrada Honda, por la ribera derecha y hasta el sector de El Maqui por la izquierda.

- **Sector 2:** Comienza en las áreas servidas por los canales Arenal y Arenalito en cada una de las riberas del río y, finaliza con lo regado por el canal El Durazno por la ribera derecha y, La Vega por la ribera izquierda.

- **Sector 3:** Comienza en el área servida por el canal Molino Agua Amarilla por la ribera derecha y el canal Molino Viejo por la ribera izquierda y finaliza en el área regada por el canal Alfaro, por la ribera izquierda y el Colliguay Alto por la ribera derecha, ya en el valle del río Grande.

- **Sector San Miguel (SM):** Incluye las áreas regadas por los canales provenientes del río San Miguel.

La Figura 3.7.1.3-1 muestra la distribución general de los sectores en el área de estudio.



FIGURA 3.7.1.3-1
SECTORES DE RIEGO ÁREA DE ESTUDIO
Fuente: Elaboración propia.

4. METODOLOGÍA PARA DEFINICIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES EN EL TERRITORIO

4.1. Introducción

La metodología general de desarrollo del estudio comprende la recopilación de información a partir de referencias competentes al ámbito o temática a desarrollar. Esta información, de ser necesario, fue corroborada a través de visitas a terreno (Línea de Base).

Una vez recabada la información de cada componente, se lleva a cabo la Evaluación de Impacto Ambiental. Esto se realiza en el marco de una metodología multicriterio particular, mediante la cual se calcula un Índice Intensidad de Impacto Potencial para cada alternativa de obra estudiada.

El procedimiento propuesto, corresponde a una adaptación de la metodología "Planificación Ecológica del Territorio", empleada en Chile para la elaboración del Proyecto "Ordenamiento Territorial Ambientalmente Sustentable (OTAS)" finalizado el año 2002, que fue desarrollado por el Gobierno Regional de la Región Metropolitana, la Universidad de Chile y la Agencia de Cooperación Técnica Alemana (GTZ).

En adelante se presentan los pasos metodológicos para determinar la intensidad de Impactos ambientales para cada alternativa de obras en evaluación.

4.2. Paso 1: Sensibilidad Ambiental

4.2.1. Aspectos Generales

Este análisis se desarrolla a partir de la Caracterización Ambiental del área de Influencia y consiste en describir cada uno de los componentes ambientales en el área de influencia, según los atributos de Vulnerabilidad e Importancia Ecológica, que se explican a continuación.

4.2.2. Importancia Ecológica

La importancia ecológica de los componentes ambientales se evaluó, a su vez, en función de otros 2 sub atributos basales: Función Ecológica y Naturalidad o Pristinidad. La Función ecológica está dada por la relevancia del componente en el funcionamiento del ecosistema, además del endemismo, problemas de conservación, zonas protegidas, riqueza de especie, entre otras características; para el caso de los componentes del medio biótico. La Naturalidad o pristinidad viene dada por el grado de intervención actual que presenta el componente. Para aquellos componentes en que no sea aplicable este concepto (ej.: medio social) simplemente se omite la evaluación de este subcriterio. Para cada componente, se asigna un valor de Función Ecológica y Naturalidad mediante la aplicación de una escala numérica de valores continuos entre 1 y 5. En ella, el valor "1" corresponde a la categoría "Muy Bajo" y el valor "5" corresponde a "Muy Alto". Posteriormente, el promedio de ambos sub atributos en cada componente da como resultado la valoración de la "Importancia Ecológica" (medida en la misma escala de valores entre 1 y 5).

4.2.3. Vulnerabilidad

La Vulnerabilidad es la susceptibilidad de un determinado componente a sufrir efectos adversos y su capacidad de recuperarse frente a una determinada intervención o absorber exitosamente un impacto (ej. la especie "X" es más vulnerable que la especie "Y" ante determinado impacto). En cada componente se asigna una categoría de "Vulnerabilidad" mediante la aplicación de la escala numérica de valores continuos entre 1 y 5 (donde "1" corresponde a la categoría "Muy Bajo" y el "5" corresponde a "Muy Alto").

Finalmente, se realiza un promedio aritmético entre las categorías de Importancia Ecológica y Vulnerabilidad, obteniendo como resultado el valor de la "Sensibilidad Ambiental" en cada componente.

4.3. Paso 2: Agresividad Ambiental de las Actividades e Identificación de Impactos Asociados

Se entenderá por Agresividad Ambiental de las actividades, al grado de amenaza ambiental potencial e intrínseca que implica la ejecución de cada una de ellas, independientemente del lugar donde se ejecuten. En una primera instancia, se identifican las obras y actividades del Proyecto susceptibles de causar impactos en las distintas etapas, describiendo a su vez el Impacto potencial correspondiente. Idealmente se valora la Agresividad de la actividad de acuerdo a los criterios indicados en el Cuadro 4.3-1, usando la misma escala numérica de valoración entre 1 y 5 (donde "1" corresponde a la categoría "Muy Bajo" y el "5" corresponde a "Muy Alto").

La Agresividad final está dada por el promedio aritmético de los sub criterios anteriormente mencionados.

CUADRO 4.3-1
ESCALAS DE VALORACIÓN PARA CRITERIOS DE AGRESIVIDAD AMBIENTAL DE LAS ACTIVIDADES

CRITERIO: EXTENSIÓN (E)		
Indica la distribución o cobertura espacial de la actividad		
Extensión	**Descripción**	**Escala**
Puntual	Cuando la actividad se manifiesta en el sector o sitio puntual donde se ubica la fuente y en su entorno inmediato, si la fuente es puntual o de pequeña envergadura.	1
Sector Área Estudio	Cuando la actividad se manifiesta en un entorno más amplio de la fuente, abarcando un sector o zona del Área de Estudio.	3
Área de Estudio	Cuando la actividad tiene impacto a en la totalidad o gran parte del Área de Estudio.	5
CRITERIO: ALTERACIÓN (A)		
Refleja el grado de alteración que la actividad produce sobre el medio en términos genéricos		
Alteración	**Descripción**	Escala
Muy Baja	Cuando el grado de alteración es casi imperceptible no afectando la condición basal.	1
Baja	Cuando el grado de alteración es perceptible, pero se mantiene la condición basal.	2
Moderada	Cuando el grado de alteración implica cambios respecto a la condición basal, pero dentro de rangos moderados.	3
Alta	Cuando el grado de alteración respecto a la condición basal es notorio.	4
Muy Alta	Cuando el grado de alteración es significativo y muchas veces inaceptable.	5

CUADRO 4.3-1
ESCALAS DE VALORACIÓN PARA CRITERIOS DE AGRESIVIDAD AMBIENTAL DE LAS ACTIVIDADES

CRITERIO: DURACIÓN (D)		
Indica el tiempo que dura la actividad (el impacto)		
Duración	**Descripción**	Escala
Corto Plazo	Impacto que se manifiesta sólo mientras dura la acción que lo genera, siendo este impacto más bien temporal (hasta 2 años).	1
Mediano Plazo	Impacto que se manifiesta en un rango de 2 a 5 años.	3
Largo Plazo	Impacto que se manifiesta permanentemente por más de 5 años.	5
CRITERIO: REVERSIBILIDAD (R)		
Indica el grado de reversibilidad que los efectos de la actividad tendrían en términos genéricos		
Reversibilidad	**Descripción**	Escala
Reversible	Cuando al cabo de un cierto tiempo el impacto se revierte en forma natural después de terminada la acción de la fuente que lo genera.	1
Parcialmente Reversible	Cuando el impacto no se revierte en forma natural después de terminada la acción de la fuente que lo genera, pero que puede ser revertido, al menos parcialmente, mediante acciones correctoras.	3
Irreversible	Impacto que no se revierte en forma natural después de terminada la acción que lo genera, y que tampoco puede ser revertido mediante acciones correctoras.	5

Fuente: Elaboración propia.

4.4. Paso 3: Intensidad y Nivel de Impactos Ambientales Potenciales

Al enfrentar "Sensibilidad Ambiental" del componente con "Agresividad Ambiental de las Actividad" se obtiene como resultado la Intensidad del Impacto Potencial ya identificado. Por ejemplo, si se tiene el caso de que el componente Flora y Vegetación presenta Sensibilidad Ambiental nivel 5 (Muy Alta) por poseer especies en peligro de extinción y endémicas, y se viera enfrentado con la actividad "Roce de vegetación", cuya Agresividad también es 5 (Muy Alta), el Impacto resultante (Ej.: "Pérdida de vegetación endémica"), sería nivel 5 también (Muy Alto). Del mismo modo, si un componente de baja Sensibilidad se enfrenta con una Agresividad alta, la Intensidad del Impacto quedará en un nivel intermedio. En términos prácticos la Intensidad del Impacto está dada por el promedio entre Sensibilidad y Agresividad.

A partir del análisis conjunto de la Sensibilidad Ambiental y la Agresividad de las actividades, se obtiene, para cada componente y alternativa, la **Intensidad de los Impactos** Ambientales Potenciales, los que resultarán valorados en la misma escala numérica empleada anteriormente (entre 1 y 5 donde 1 equivale a "Muy bajo" y 5 equivale a "Muy Alto").

Para analizar el impacto total asociados a cada componente ambiental, se consideran los valores acumulados de intensidades de impacto por componente. De esta forma, se toma como base la premisa respecto a que, a mayor número de impactos asociados a las actividades influyentes por componente, mayor es el **nivel de impacto** total sobre el mismo componente ambiental.

En caso que existan alternativas de obras, es posible establecer diferencias y jerarquizar qué alternativa es la mejor desde el punto de vista de minimizar los impactos producto de las actividades que se proponen. De esta forma se presenta en la Figura 4.4-1 un esquema que resume en forma general el método propuesto.

El análisis comparativo tendrá como conclusión una jerarquización de las soluciones propuestas y la recomendación de la alternativa que, desde el punto de vista de la identificación y análisis de impactos ambientales, presenta menores interferencias y sensibilidad.

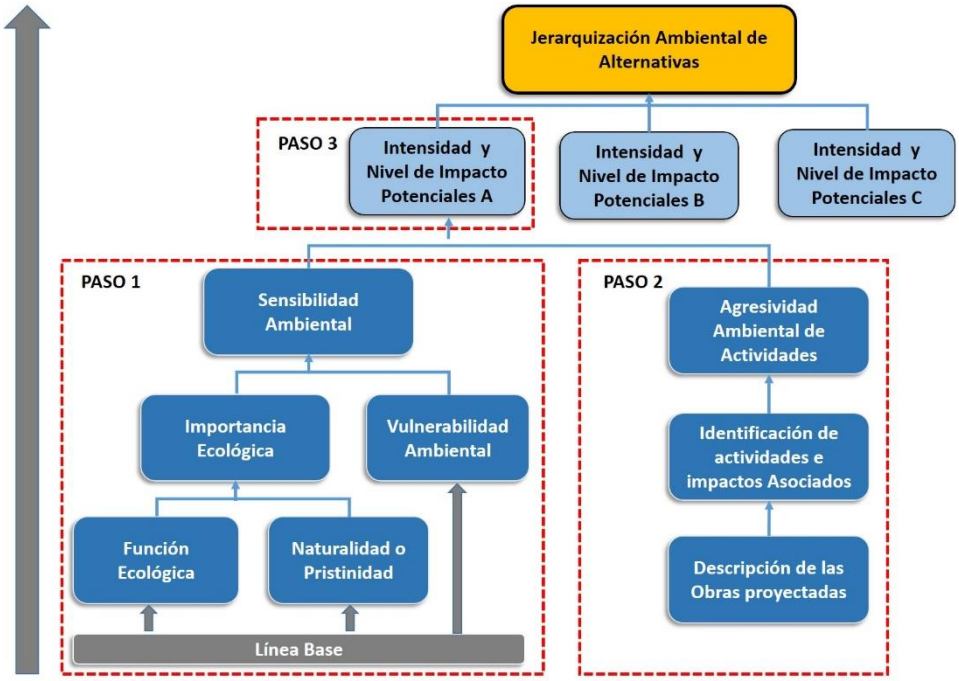


FIGURA 4.4-1
ESQUEMA METODOLOGÍA JERARQUIZACIÓN DE ALTERNATIVAS
Fuente: Elaboración propia.

5. CARACTERIZACIÓN DE LA LÍNEA BASE DEL ÁREA DE INFLUENCIA

5.1. MEDIO FÍSICO

5.1.1. Clima y Meteorología

5.1.1.1. Antecedentes Generales

Este apartado tiene como objetivo la descripción del clima y meteorología para lograr establecer las características que permitan describir el área de influencia directa del proyecto, considerando sus elementos principales, tales como: la caracterización climática regional, niveles de precipitaciones y de temperaturas.

5.1.1.2. Área de Influencia

El área de influencia para este componente, corresponde al polígono donde se desarrollarán las acciones para la ejecución y mejoras de las alternativas de obras propuestas. Considera las zonas de empréstito, emplazamiento de sitios de embalse, obras de mejora a la red de

conducción de canales y acciones requeridas para concretar las alternativas propuestas. De esta forma, dicha área representa a su vez el Área de Influencia Total del presente Estudio (Figura 5.1.1.2-1).



FIGURA 5.1.1.2-1
ÁREA DE INFLUENCIA COMPONENTE CLIMA Y METEOROLOGÍA
Fuente: Elaboración propia, en base a imagen Google Earth.

5.1.1.3. Metodología

Se utilizaron antecedentes secundarios para la caracterización general del clima en el área de influencia. Para complementar esta información, se acudió a la información oficial proveniente de las estaciones meteorológicas vigentes de la Dirección General de Aguas (DGA).

Para la caracterización de las precipitaciones, se utilizaron 7 estaciones pluviométricas de la DGA: Carén, El Tome, Las Ramadas, Paloma Embalse, Rapel, Tascadero y Tulahuén. La Figura 5.1.1.3- 1 muestra la ubicación de estas estaciones.

Para la caracterización de temperaturas, se consideraron 5 estaciones DGA: Carén, El Tome, Las Ramadas, Paloma Embalse y Cogotí Embalse. La Figura 5.1.1.3-2 muestra la ubicación de estas estaciones.

Finalmente, se reseñan brevemente los principales resultados del análisis del efecto del cambio climático sobre la disponibilidad de los recursos hídricos y caudales extremos y su consiguiente impacto sobre los indicadores económicos y el medio ambiente, realizado en la presente consultoría. En términos generales, el análisis consideró, primeramente, una descripción del Modelo de Circulación

Global MK3.6, y posteriormente el método de *downsaling* espacial y temporal para generar las series de tiempo en los escenarios con Cambio Climático. El escenario a analizar propuesto corresponde al RCP 8.5, considerado el más pesimista (mayor detalle se presenta en Informe de Ingeniería en su apartado “Determinación de Regímenes Hidrológicos y de Crecidas”)

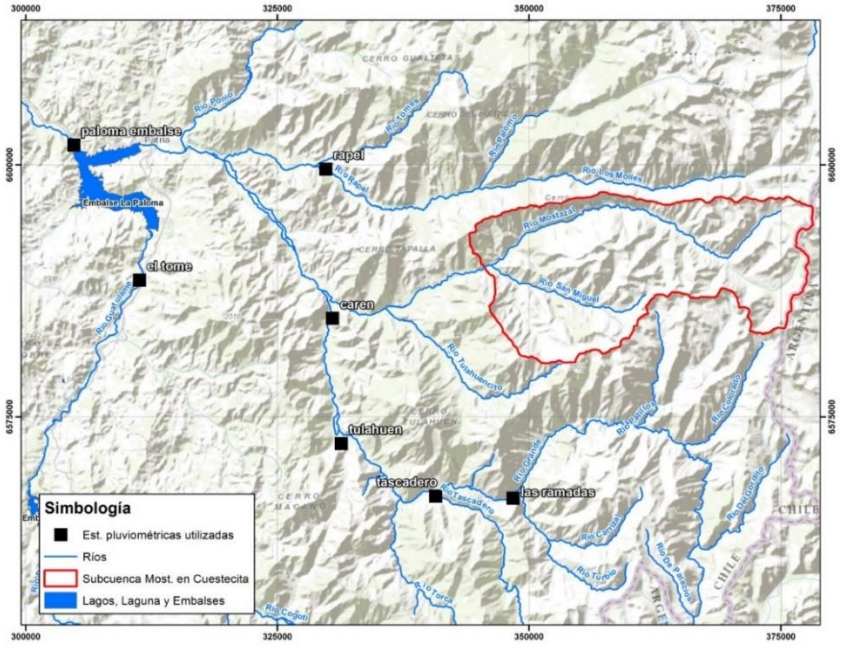


FIGURA 5.1.1.3-1
UBICACIÓN ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS UTILIZADAS
Fuente: Elaboración propia.

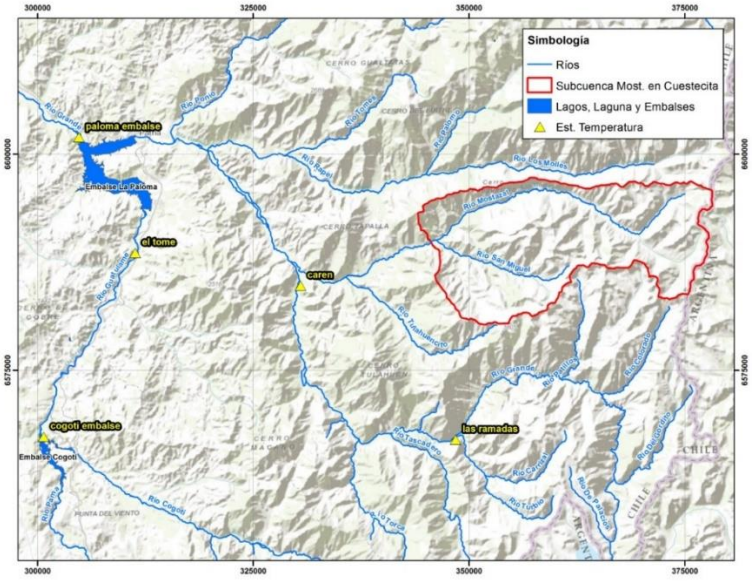


FIGURA 5.1.1.3-2
UBICACIÓN ESTACIONES DE TEMPERATURA UTILIZADAS
Fuente: Elaboración propia.

5.1.1.4. Resultados

En términos generales, la comuna de Monte Patria, donde se localiza el área de influencia, se caracteriza por un clima definido como **estepárico de altura** y de **tendencia secano a semidesértico**. Sus principales características son: clima luminoso y seco, con una gran heliofanía, escasa nubosidad y fuerte insolación, siendo las temperaturas más elevadas que el sector costero y con marcadas oscilaciones térmicas, las lluvias son deficitarias e irregulares. Tiene baja humedad atmosférica, con baja pluviométrica entre 150 a 280 mm en los meses de junio a septiembre, época de las máximas precipitaciones. Las temperaturas fluctúan en verano con mínimas de 10 C°, y máximas de 40 °C; en invierno, mínimas de -3 °C y máximas de 23 °C.

De acuerdo con la clasificación realizada por Fuenzalida en 1971, basada en el sistema Köpen, el Área de Estudio se ubica en el límite sur del "**Clima Desértico o Árido Subtropical"**. Este Clima se caracteriza por la fuerte influencia del Anticiclón del Pacífico, el cual impide la ocurrencia de precipitaciones durante 9 a 10 meses, con escasos días de nubosidad y alta radiación solar. El régimen térmico existente es cálido, sin variaciones extremas, presentando además un régimen hídrico francamente desértico durante la primavera y el invierno. Para dicho clima se distinguen tres subáreas climáticas, donde el Área de Estudio se ubicaría bajo el clima interior denominado "de Estepa con Gran Sequedad Atmosférica" (BSt).

El Área de Estudio, de acuerdo al Mapa Agroclimático de Chile, publicado por el INIA (1989), presenta un clima **"Mediterráneo Subtropical Semiárido"**, en el cual se distinguen dos zonas hacia el interior, de entre las cuales cobra importancia el clima Pampeano Semiárido.

De los antecedentes aportados por el Atlas Bioclimático de Chile (Universidad de Chile, 2012), se identifican cuatro distritos bioclimáticos, los cuales se describen en profundidad en el Estudio Agronómico. Su denominación, desde oeste a este, es: S242 a63, Mt241 a63, I241 a63 y m241 sa64. La representación gráfica de los sectores de riego y la influencia de los distritos agroclimáticos en ellos, se presenta en la Figura 5.1.1.4-1.

En relación a la información pluviométrica de las estaciones DGA, se obtuvo que la disponibilidad de datos es bastante buena, siendo la estación con menor disponibilidad de datos, la estación Carén, con sólo 16 meses sin información de un total de 375, es decir 4,3% del total (mayores detalles en Informe de Ingeniería en apartado "Determinación de Regímenes Hidrológicos y de Crecidas". De acuerdo a la distribución espacial de las estaciones, la más representativa del valle en estudio y cercana a la cuenca de interés es la **estación Carén**, la cual fue usada como estación base a partir de la cual se estimaron los gradientes orográficos de precipitación durante la fase de calibración.

El Gráfico 5.1.1.4-1 muestra las precipitaciones medias mensuales de las 7 estaciones analizadas. Como puede apreciarse, las precipitaciones se concentran en los meses de invierno (junio a agosto), siendo la estación más lluviosa la estación Las Ramadas, alcanzando los 83 mm en junio y una media anual de 299 mm, ubicada en la zona alta del valle del Río Grande.

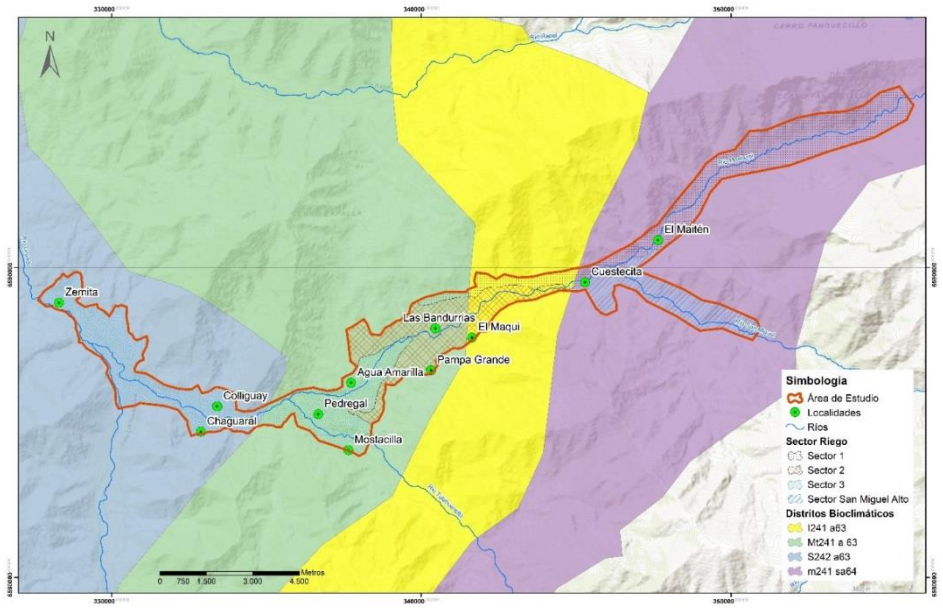


FIGURA 5.1.1.4-1
UBICACIÓN ESPACIAL DE SECTORES DE RIEGO Y DISTRITOS AGROCLIMÁTICOS
Fuente: Elaboración propia, en base a U. de Chile, 2012.

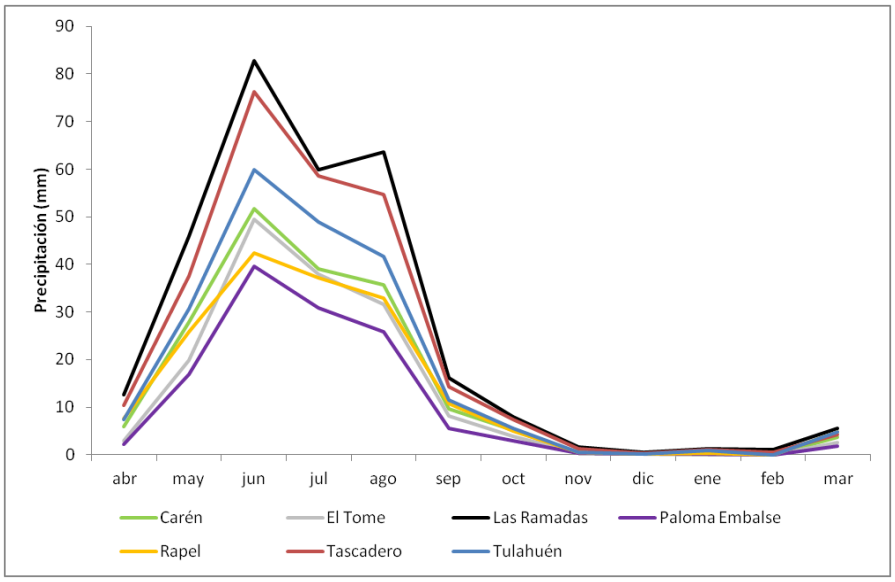


GRÁFICO 5.1.1.4-1
PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES
Fuente: Elaboración propia.

En relación al análisis de la temperatura, la disponibilidad de datos es buena salvo por una estación, correspondiente a la estación El Tome, con 333 meses sin información de un total de 375, es decir 89% del total, sin embargo, dicha estación no es relevante para el proceso de modelación, por lo que no se considera en el análisis. De acuerdo a la distribución espacial de las estaciones, la más representativa del valle de estudio y cercana a la cuenca de interés es la estación Carén, la cual sólo

poseía un 7,5% de datos faltantes, y fue usada como estación base a partir de la cual se estimaron los gradientes térmicos de precipitación durante la fase de calibración.

El Gráfico 5.1.1.4-2 muestra las temperaturas medias mensuales de las 4 estaciones analizadas. Como puede apreciarse, las mayores temperaturas ocurren en los meses de verano (enero y febrero), siendo la estación más fría la estación, Las Ramadas, alcanzando los 11,9 °C en julio y una media anual de 16,5 °C, mientras que la estación Carén presenta una media anual de 17,7 °C.

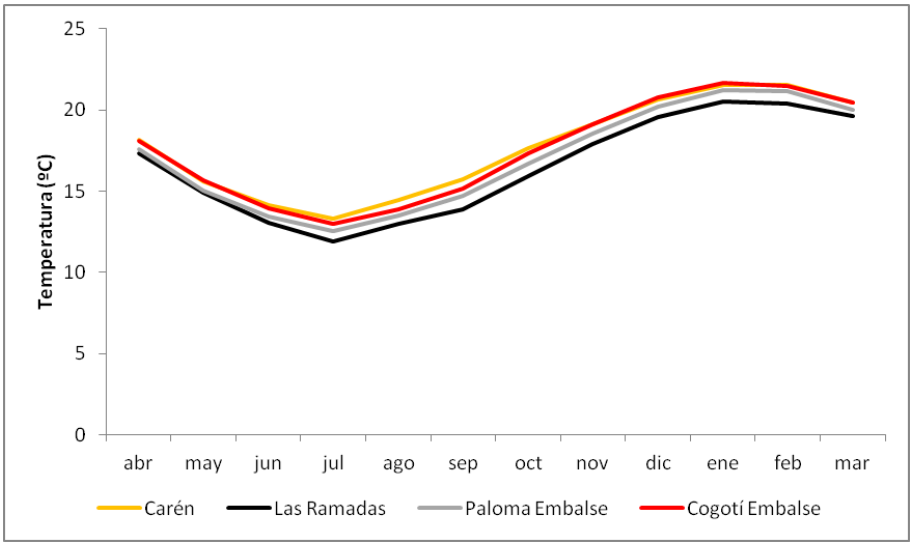


GRÁFICO 5.1.1.4-2
TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES
Fuente: Elaboración propia.

Cambio Climático

El incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero (tanto los asociados al carbono, como el de otros aerosoles), lograron que la composición química de la atmosfera se viera sometida a cambios drásticos. Este es el punto de partida del conocido *efecto invernadero*, que significa una disminución de radiación neta que logra salir de la atmosfera terrestre generándose así un alza de la temperatura global. Esto trae como consecuencias diversos efectos factores sobre el clima a nivel global, por ejemplo, las variaciones de temperatura, cambios de regímenes hidrológicos de cuencas, efectos sobre el nivel del mar, disminución de hielo en los polos, alteraciones de las precipitaciones, entre otras.

La presente consultoría efectuó un análisis del efecto del cambio climático sobre la disponibilidad de los recursos hídricos y caudales extremos. Teniendo las series de datos futuros (precipitaciones y temperaturas mensuales), se empleó el modelo hidrológico ya calibrado y validado para generar las nuevas series de caudales en el escenario con Cambio Climático, y evaluar así el efecto del mismo sobre los caudales mensuales, obteniendo una nueva Hidrología de Recursos Hídricos.

En el Gráfico 5.1.1.4-3 se observa un aumento parejo de temperaturas a nivel de promedios mensuales en el clima futuro, los que en términos del promedio anual se traducen en un aumento de 0,87 ºC. De acuerdo al Gráfico 5.1.1.4-4, en el clima futuro la precipitación mensual es menor en todos los meses a excepción de junio y julio, observándose en términos del promedio anual una disminución de 21 mm producto del Cambio Climático.

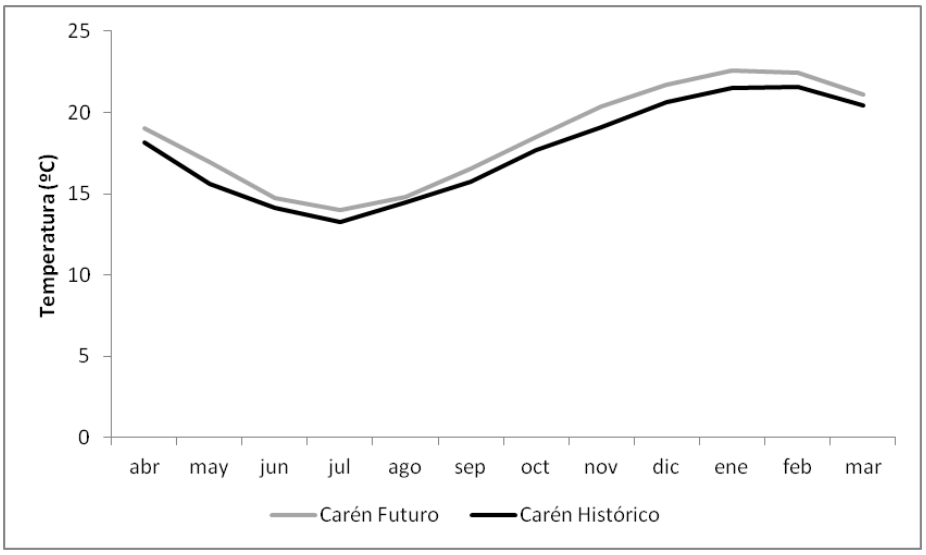


GRÁFICO 5.1.1.4-3
COMPARACIÓN DE TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES CON Y SIN CAMBIO CLIMÁTICO
Fuente: Elaboración propia.

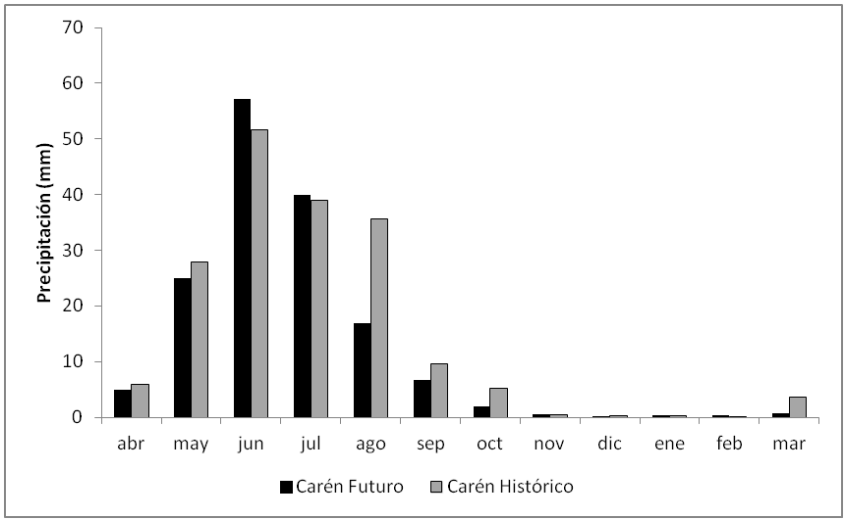


GRÁFICO 5.1.1.4-4
COMPARACIÓN DE PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES CON Y SIN CAMBIO CLIMÁTICO
Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 5.1.1.4-1 se presenta una comparación de caudales medios mensuales entre un escenario Histórico y de Cambio Climático.

CUADRO 5.1.1.4-1
COMPARACIÓN DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES ENTRE EL ESCENARIO HISTÓRICO Y DE CAMBIO CLIMÁTICO (m^3/s)

Escenario	Alternativa	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	Anual	Dif. con esc. Futuro en media anual
Actual	San Miguel	0,41	0,52	0,70	0,64	0,77	1,10	1,96	2,16	1,12	0,62	0,50	0,42	0,910	-0,250
	San Miguel Alto	0,34	0,43	0,49	0,44	0,45	0,56	1,56	1,94	0,97	0,50	0,40	0,34	0,703	-0,174
	Tranca Morada	0,98	0,95	1,03	0,94	1,00	1,14	1,97	4,07	5,17	2,68	1,29	1,09	1,861	-0,324
Futuro con Cambio Climático	San Miguel	0,36	0,38	0,54	0,45	0,40	0,46	1,06	1,65	0,95	0,66	0,58	0,43	0,660	-
	San Miguel Alto	0,30	0,31	0,38	0,31	0,26	0,27	0,85	1,48	0,81	0,55	0,48	0,35	0,529	-
	Tranca Morada	0,90	0,74	0,78	0,65	0,56	0,57	1,13	3,82	4,16	2,37	1,59	1,17	1,537	-

Fuente: Elaboración propia.

Las principales conclusiones que se desprenden del análisis de resultados obtenidos, es la notoria **disminución del volumen de escorrentía total** en todas las alternativas de embalse, al observarse caudales más bajos en las curvas que representan el escenario con Cambio Climático. Esto se explica por el **menor input de precipitación** pronosticado a través del Modelo Global para las próximas décadas. El segundo punto relevante que es posible apreciar en un escenario futuro de cambio climático, es el **retardo de los caudales de deshielo**, ya que recién en octubre se observa un aumento de los caudales de acuerdo a los resultados obtenidos. Esto se explica principalmente porque las temperaturas son mayores, desplazando la línea de nieves hacia arriba. Lo anterior produce una disminución de la superficie nival, la que queda aislada en las zonas más altas de las cuencas. De esta forma el proceso de derretimiento se atrasa notoriamente.

5.1.1.5. Conclusión y Determinación de Sensibilidad Ambiental

El Área de Estudio se caracteriza por presentar un clima estepárico de altura de tendencia de secano a semidesértico. Presenta un régimen térmico cálido, con alta radiación, lluvias deficitarias, y escasa nubosidad.

De acuerdo a la información de la DGA, las precipitaciones se concentran en los meses de invierno (junio a agosto) y las mayores temperaturas ocurren en los meses de verano (enero y febrero).

A partir del análisis del efecto del cambio climático sobre el componente clima, se obtuvo un aumento parejo de temperaturas a nivel de promedios mensuales en el clima futuro, los que en términos del promedio anual se traducen en un aumento de 0,87 °C. En cuanto a precipitaciones, en el clima futuro la precipitación mensual es menor en todos los meses a excepción de junio y julio, observándose en términos del promedio anual una disminución de 21 mm.

Finalmente, se determinó que el componente clima y meteorología no presenta sensibilidad ambiental ya que, por la escala de análisis, no se ve afectado por las actividades propuestas para el desarrollo del Proyecto, por lo que no formaría parte del posterior análisis de impactos ambientales.

5.1.2. Hidrografía e Hidrología

5.1.2.1. Antecedentes Generales

Con el objetivo de dimensionar el grado de intervención de las obras y/o acciones de mejora que contempla el proyecto, se considera en este apartado la descripción y caracterización de la red hidrográfica e hidrología superficial asociada al Área de Estudio.

La descripción y análisis de este componente permitirá un conocimiento integral de la red hidrológica superficial asociada al proyecto, a través de la existencia de cauces naturales o artificiales que pudiesen estar relacionados directamente con los sectores de emplazamiento, presentando caudales, características de escurrimiento y funcionamiento del sistema hídrico en general, tomando en cuenta su disponibilidad y fuente de abastecimiento local.

5.1.2.2. Área de Influencia

El área de influencia para este componente, corresponde al polígono donde se desarrollarán las acciones para la ejecución y mejoras de las alternativas de obras propuestas. Queda delimitada por el Área de Influencia Total del Estudio.

5.1.2.3. Metodología

En primer lugar, se utilizaron antecedentes secundarios para la caracterización general de la red hidrológica del área de influencia. Dentro de estos antecedentes, se usó la clasificación de subcuencas hidrográficas y la cartografía de red de drenaje de la DGA.

En segundo lugar, se utilizaron los principales resultados del estudio de hidrología, que es parte de los estudios básicos del Estudio de Prefactibilidad (ver Informe Ingeniería en su apartado “Determinación de Regímenes Hidrológicos y de Crecidas”).

Los datos fluviométricos utilizados en el estudio hidrológico, consideraron 4 estaciones de la red DGA: Río Mostazal en Cuestecita, Río Grande en Puntilla San Juan, Río Mostazal en Carén y Río Rapel en Junta. La Figura 5.1.2.3-1 muestra la ubicación de estas estaciones.

Finalmente, al igual que en el componente clima y meteorología, se reseñan brevemente los principales resultados del análisis del efecto del cambio climático sobre la disponibilidad de los recursos hídricos y caudales extremos, realizado en la presente consultoría (Ver Informe de Ingeniería en apartado “Determinación de Regímenes Hidrológicos y de Crecidas”).

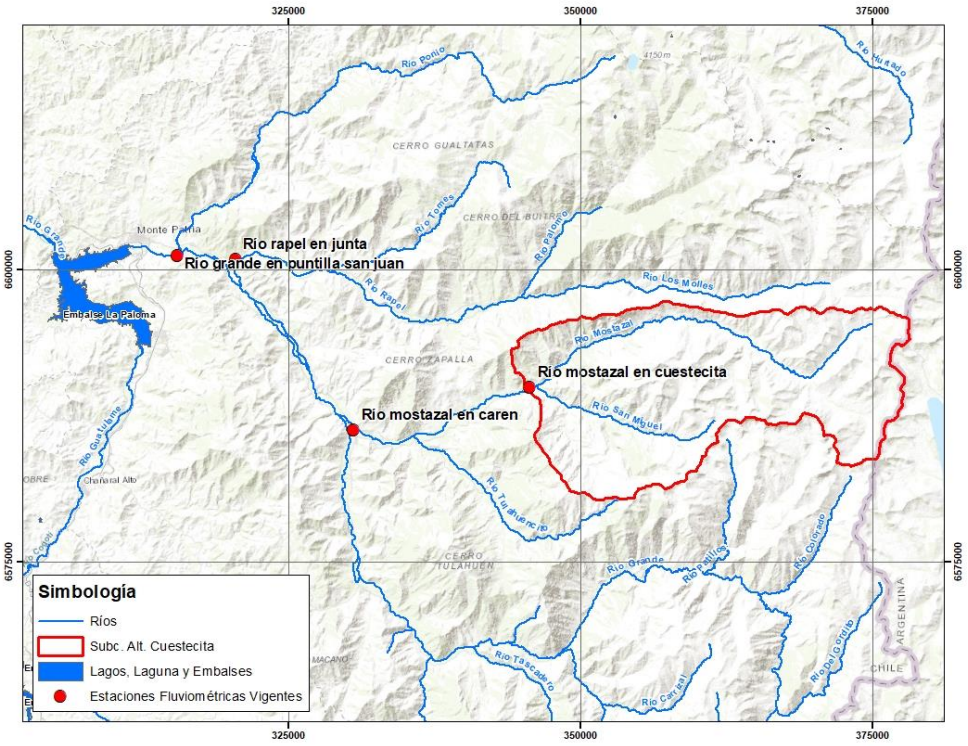


FIGURA 5.1.2.3-1
UBICACIÓN ESTACIONES FLUVIOMÉTRICAS UTILIZADAS
Fuente: Elaboración propia.

5.1.2.4. Resultados

a) Caracterización de la Cuenca

El río Mostazal se encuentra ubicado en la zona precordillerana de la Región de Coquimbo, entre las cotas 1.400 y 700 m.s.n.m., a unos 80 km al Noroeste de Ovalle, naciendo en la alta cordillera andina en las cercanías del paso fronterizo El Portillo. Posee un desarrollo aproximado de 50 km y confluye con el río Grande frente a la localidad de Carén. Recibe los aportes de numerosas quebradas de fuerte pendiente y corto desarrollo, los ríos San Miguel y Tulahuencito confluyen por la ribera izquierda y son los ríos más importantes tanto por su extensión como por los caudales aportados (Figura 5.1.2.4-1). El río Mostazal es la principal fuente de recursos hídricos para el Área de Estudio (GORE, 2013[1]; DOH, 2000[2]).

De acuerdo al estudio de DOH (2000), el río Mostazal tiene, desde que se inicia la red de riego, una longitud del orden de 28 km hasta la desembocadura en el río Grande, en el sector de Carén, desde donde el río Grande continúa su curso al embalse Paloma. Como se mencionó anteriormente, en su curso, el río Mostazal recibe diversos aportes de quebradas, dentro de éstas, es posible mencionar,

[1] GORE. 2013. Diagnóstico Plan Maestro para la Gestión de Recursos Hídricos, Región de Coquimbo.
[2] DOH. 2000. Estudio Explotación Optimización Uso del Recursos Hídricos Río Mostazal.

por la ribera derecha, las quebradas El Lano, la Malloquita, El Maitén, Maquecito, Quebrada Honda, Rapelcillo y Agua Amarilla; en tanto que por la ribera derecha, además de los ríos San Miguel y Tulahuencito, se encuentran en un segundo orden, las quebradas Panguecillo, Sasso, Espinal, El Maqui y Pampa Grande.

De acuerdo a la información oficial de la DGA, el área de influencia del proyecto se emplaza en la cuenca del Limarí, subcuenca de *Río Grande Alto*. Las alternativas se localizan en la subsubcuenca DGA *Río Mostazal en bajo junta Río San Miguel*, que es la que abarca la porción oriental y más alta del Área de Estudio. Luego, la subsubcuenca *Río Mostazal entre Río San Miguel y Río Grande* abarca la porción media del Área de Estudio (Figura 5.1.2.4-2). Finalmente, la subsubcuenca *Río Grande entre Río Mostazal y Río Rapel* abarca la fracción más baja del Área de Estudio y la subsubcuenca *Río Grande entre Río Toscadero y Río Mostazal* abarca una pequeña porción del área (colindante a la localidad de Carén).

En relación al estudio hidrológico y de crecidas realizado en la presente consultoría, se desprende que una de las principales características de las cuencas en estudio es su dependencia nivo-pluvial, lo que fue considerado en la modelación de caudales.

Para cada alternativa en estudio se delimitó la cuenca aportante, las que se muestran en la Figura 5.1.2.4-3 (Ver Imagen en Registro Cartográfico contenido en Anexo EAA).

La disponibilidad de datos fluviométricos es buena, siendo la estación con menor disponibilidad de datos, la estación Río Mostazal en Carén, con 48 meses sin información de un total de 375, es decir 12,8% del total. De acuerdo a la distribución espacial de las estaciones, la más representativa del valle de estudio y cercana a la cuenca de interés es la estación Mostazal en Cuestecita, la cual fue usada como estación base para la calibración del modelo hidrológico. Sin embargo, el régimen observado de dicha estación no está en régimen natural, lo cual es necesario para una adecuada calibración del modelo hidrológico.

Para la determinación del régimen natural en esta estación (Mostazal en Cuestecita), se optó por devolver los caudales extraídos aguas arriba de la estación de acuerdo a las acciones de que dispone cada canal.

El Gráfico 5.1.2.4-1 muestra los caudales medios mensuales de la estación Mostazal en Cuestecita en régimen natural. Como puede apreciarse, los mayores caudales se concentran en los meses de primavera (octubre a diciembre), observándose también un leve aumento en junio. De esta forma se confirma régimen nivo-pluvial bastante notorio, alcanzando los 5,03 m^3/s en el mes de noviembre y un caudal anual de 2,44 m^3/s (período 1985/86-2015/16).

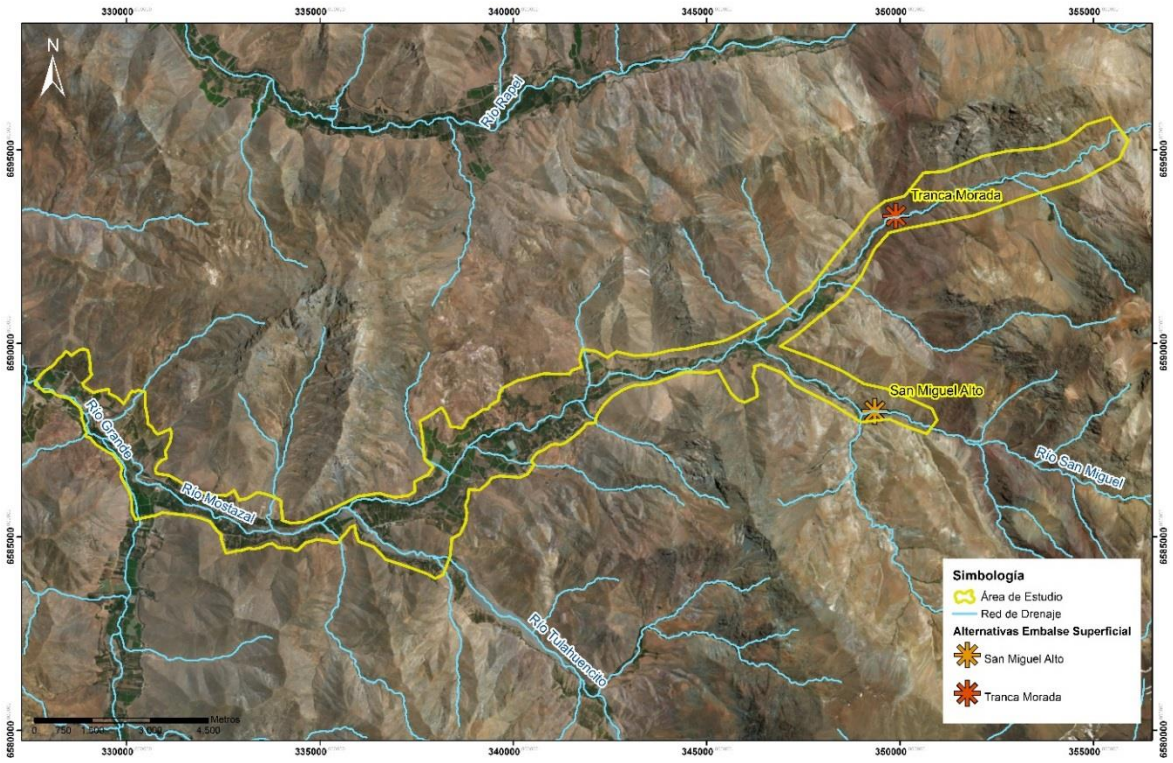


FIGURA 5.1.2.4-1
RED DE DRENAJE ÁREA DE ESTUDIO
Fuente: Elaboración propia, en base a cartografía DGA.

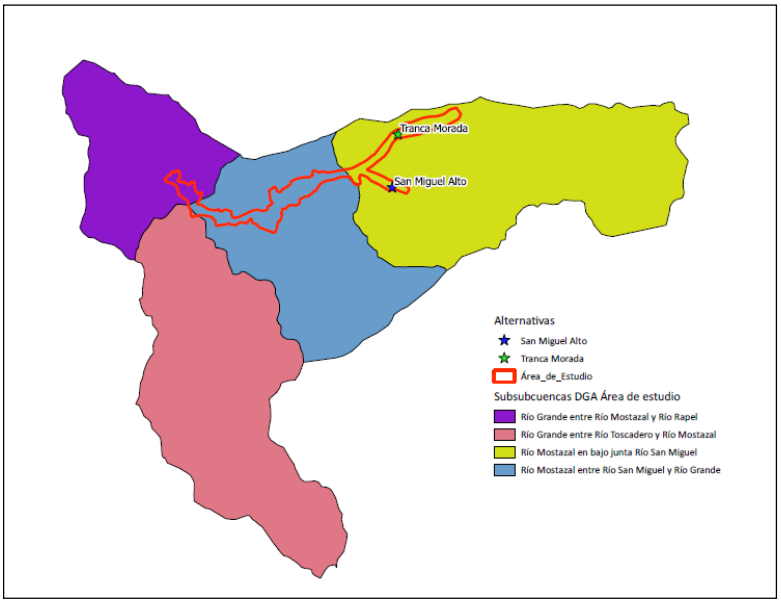


FIGURA 5.1.2.4-2
CLASIFICACIÓN DE CUENCAS DGA EN ÁREA DE ESTUDIO
Fuente: Elaboración propia, en base a cartografía DGA.

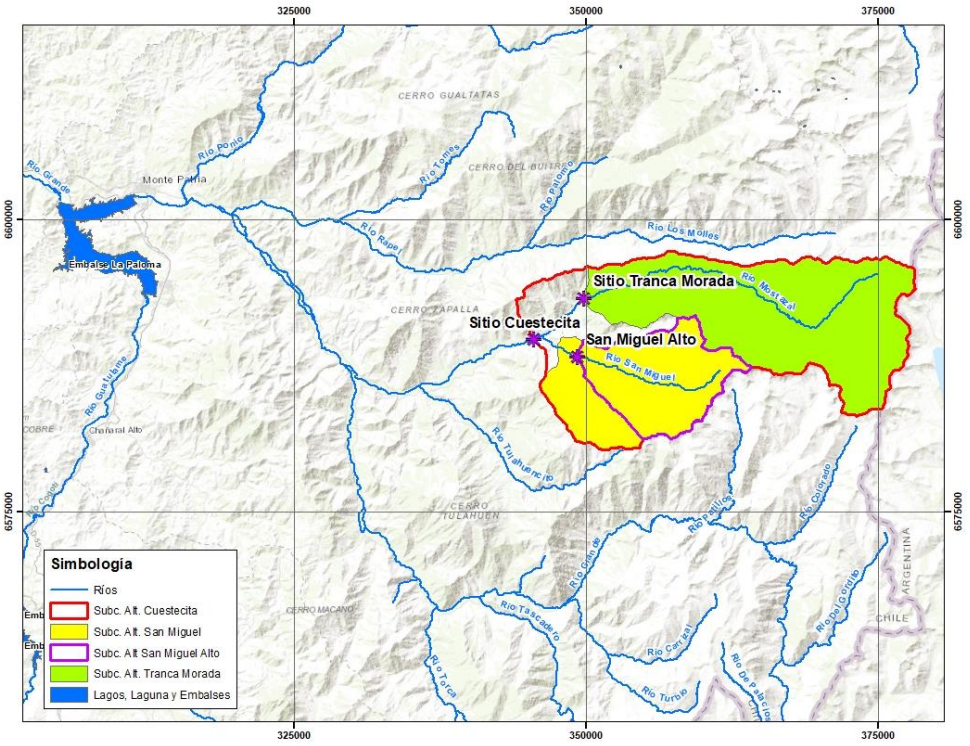


FIGURA 5.1.2.4-3
SUBCUENCAS APORTANTES A ALTERNATIVAS DE EMBALSE RÍO MOSTAZAL
Nota: Se presentan todas las alternativas analizadas en el estudio hidrológico.

Fuente: Elaboración propia.

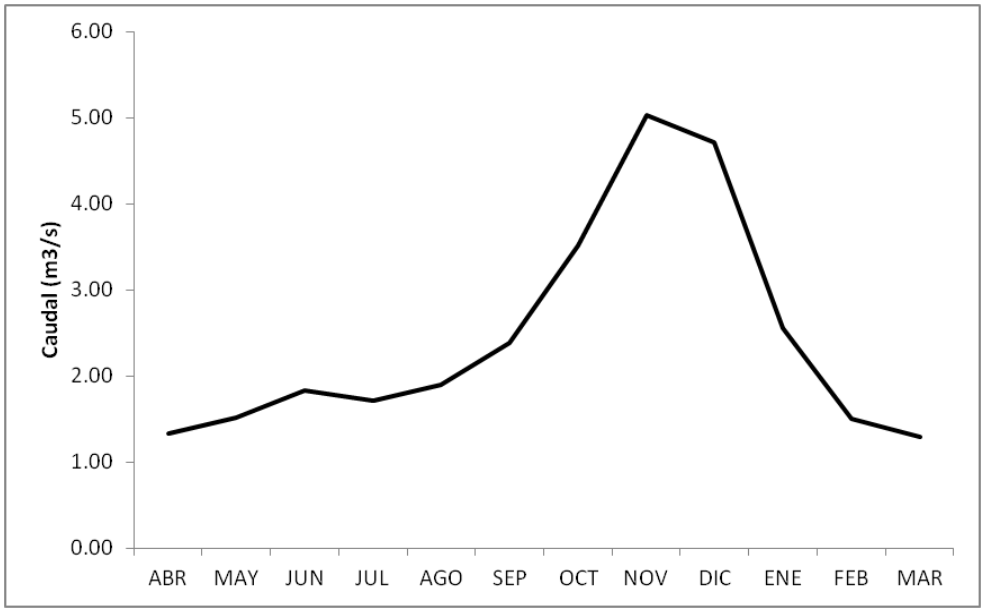


GRÁFICO 5.1.2.4-1
CAUDALES MEDIOS MENSUALES EN RÉGIMEN NATURAL EN ESTACIÓN MOSTAZAL EN CUESTECITA
Fuente: Elaboración propia.

Luego de un análisis que permitió escoger una metodología adecuada, se modelaron los caudales para las alternativas de embalse en estudio.

El caudal medio anual que se obtuvo fue de 1,46m³/s y 0,567m³/s para Tranca Morada y San Miguel Alto, respectivamente. Asimismo, se verificó que todas las alternativas presentan un régimen predominantemente nival, observándose que en Tranca Morada los máximos se presentan en los meses de noviembre y diciembre, alcanzando los 3,8 m³/s, mientras que, en San Miguel Alto, el máximo se presenta en noviembre, alcanzando 1,6 m³/s. Esta diferencia posiblemente se explica por las diferencias de las alturas y áreas nivales de las distintas cuencas.

Los Gráficos 5.1.2.4-2 y 5.1.2.4-3 presentan las curvas de variación estacional de cada alternativa.

Con la información disponible recopilada por la estación Río Mostazal en Cuestecita (BNA 04515002-K), se procede a determinar los caudales máximos instantáneos anuales en la zona de estudio. El hecho de que la ubicación de esta estación coincida con el punto de salida de la cuenca de la alternativa Cuestecita simplifica bastante el análisis hidrológico a realizar, y, por consiguiente, unos datos completamente representativos de la zona de estudio.

En una primera instancia, se decide por separar el análisis de caudales máximos en período de lluvias y período de deshielo, que consisten en abril a septiembre, y octubre a marzo, respectivamente. Una vez separados los caudales de crecidas pluviales y de deshielo, se procede a comparar ambos datos, la que se muestra en el Gráfico 5.1.2.4-4.

A partir de lo obtenido en el estudio hidrológico, es posible confirmar que el régimen de crecidas en la cuenca es principalmente de deshielo. A pesar de lo anterior, dicha dominancia no es absoluta, y se tiene que la cuenca de la alternativa San Miguel posee un área pluvial mayor que nival, se opta por realizar un análisis de ambos períodos hidrológicos.

Comparando los resultados obtenidos a partir del análisis de frecuencia del período nival con los del pluvial, se aprecia que los caudales asociados al período de deshielo son mayores para todos los casos. Es por esto que para la determinación de caudales máximos instantáneos se eligen los obtenidos a partir del análisis en el período de deshielo. Los caudales adoptados se muestran en el Cuadro 5.1.2.4-1.

Suponiendo que la estación fluviométrica Mostazal en Cuestecita mide datos de caudales correctamente, y teniendo en cuenta que los caudales máximos instantáneos de las cuencas analizadas corresponden al período de deshielo, se opta por utilizar los datos de crecidas obtenidos mediante el análisis de frecuencia de caudales de deshielo de la estación mencionada.

El resumen de los caudales considerados para el diseño, considerando distintos períodos de retorno corresponden al Cuadro 5.1.2.4-1.

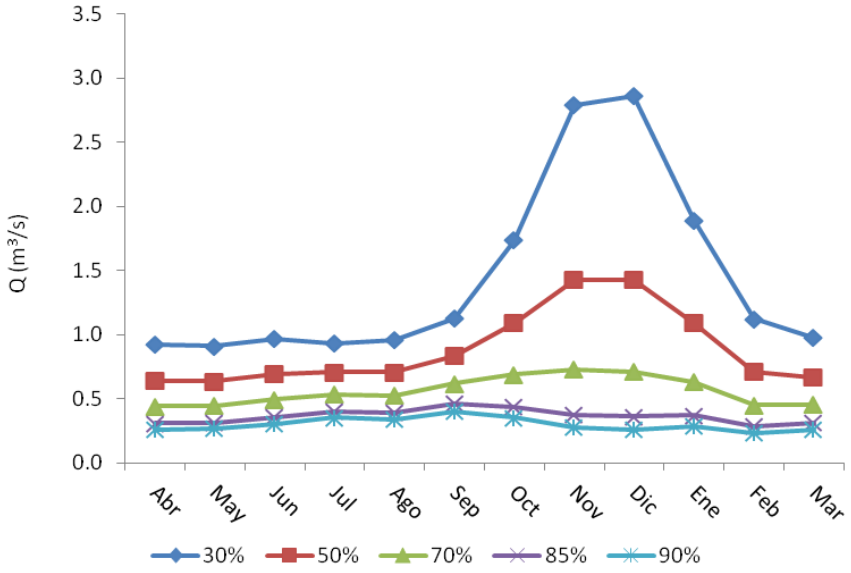


GRÁFICO 5.1.2.4-2
CURVA DE VARIACIÓN ESTACIONAL ALTERNATIVA TRANCA MORADA
Fuente: Elaboración propia.

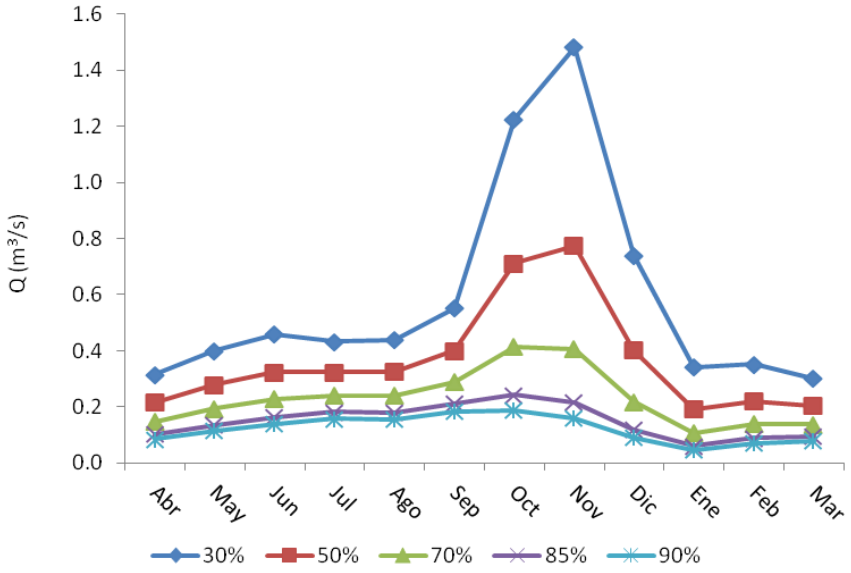


GRÁFICO 5.1.2.4-3
CURVA DE VARIACIÓN ESTACIONAL ALTERNATIVA SAN MIGUEL ALTO
Fuente: Elaboración propia.

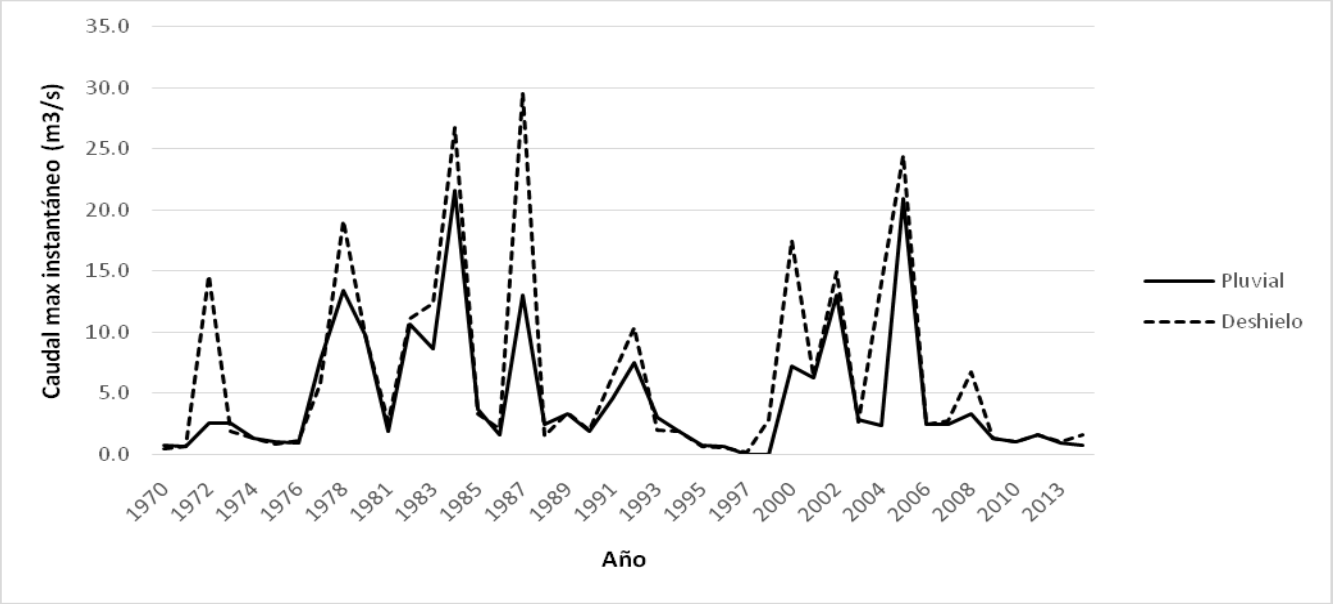


GRÁFICO 5.1.2.4-4
COMPARACIÓN DE CAUDALES MÁXIMOS INSTANTÁNEOS
EN PERÍODO PLUVIAL Y DE DESHIELO
Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 5.1.2.4-1.
CAUDALES MÁXIMOS INSTANTÁNEOS ADOPTADOS PARA EL MÉTODO DIRECTO

T (años)	Q (m^3/s)	
	Tranca Morada	San Miguel Alto
10	9,4	3,6
20	14,8	5,7
50	24,8	9,6
100	35,0	13,5
1.000	91,6	35,5
10.000	202,3	78,3

Fuente: Elaboración propia.

b) Situación Cambio Climático

Ya teniendo las series de datos futuros (precipitaciones mensuales y temperaturas mensuales), se empleó el modelo hidrológico antes calibrado y validado para generar las nuevas series de caudales en el escenario con Cambio Climático, y evaluar así el efecto del mismo sobre los caudales mensuales, obteniendo una nueva Hidrología de Recursos Hídricos.

Se analizaron las diferencias respecto de la situación actual, comparando las series de caudales para los períodos históricos y futuro, con el fin de dimensionar el impacto del Cambio Climático sobre los caudales del río Mostazal. Se presentan a continuación los Gráficos 5.1.2.4-5 y 5.1.2.4-6 con la comparación de las curvas de caudales medios mensuales entre los escenarios actual y futuro (con cambio climático), para cada Alternativa. Con el fin de que la comparación sea realizada sin sesgos y

por lo tanto puedan realizarse interpretaciones adecuadas, para el escenario actual sólo se consideran las 2 primeras décadas del período modelado (1986/87-2005/06). La tercera década (2006/07-2015/16) no forma parte de esta comparación ya que corresponde a un período seco que no es posible de ser modelado a cabalidad, y que implica una disminución de todos los estadísticos de la serie. Por su parte, en los datos de Cambio Climático, no se aprecia la ocurrencia de períodos secos extremos asociados a ciclos interdecadales o de mayor escala temporal (fenómeno de la niña u otros), que permitan hacer comparables ambos sets de datos. Por dicho motivo, los valores medios que se muestran para el escenario histórico en cada alternativa, fueron calculados sin considerar la última década seca. A su vez, el Cuadro 5.1.2.4-2 resume los datos obtenidos.

CUADRO 5.1.2.4-2
COMPARACIÓN DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES
ENTRE EL ESCENARIO HISTÓRICO Y DE CAMBIO CLIMÁTICO (m^3/s)

Escenario	Alternativa	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	Anual	Dif. con Esc. Futuro en media anual
Esc. Actual	San Miguel Alto	0,34	0,43	0,49	0,44	0,45	0,56	1,56	1,94	0,97	0,50	0,40	0,34	0,703	-0,174
	Tranca Morada	0,98	0,95	1,03	0,94	1,00	1,14	1,97	4,07	5,17	2,68	1,29	1,09	1,861	-0,324
Esc. Futuro	San Miguel Alto	0,30	0,31	0,38	0,31	0,26	0,27	0,85	1,48	0,81	0,55	0,48	0,35	0,529	-
	Tranca Morada	0,90	0,74	0,78	0,65	0,56	0,57	1,13	3,82	4,16	2,37	1,59	1,17	1,537	-

Fuente: Elaboración propia.

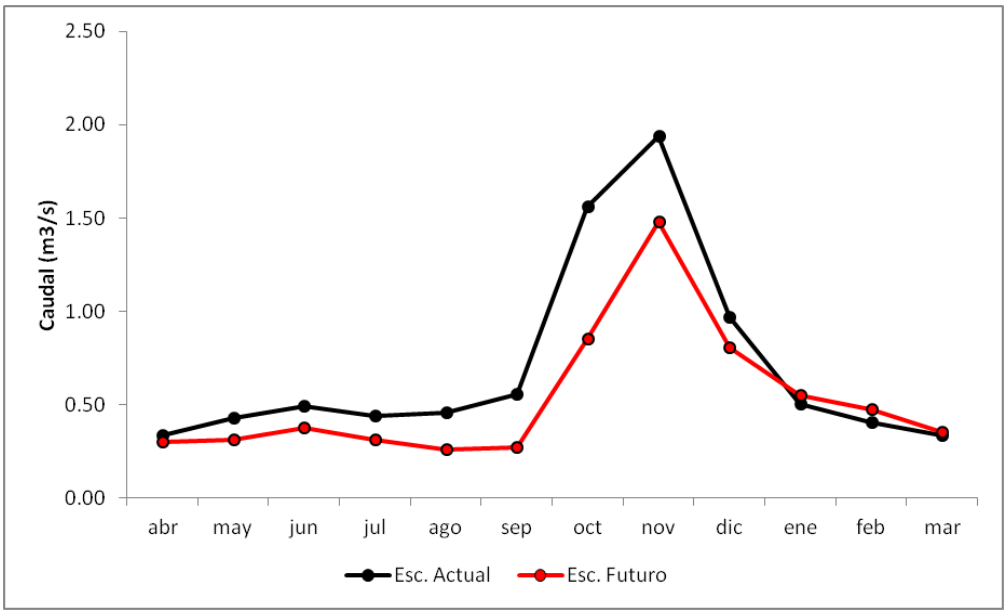


GRÁFICO 5.1.2.4-5
COMPARACIÓN DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES
ENTRE EL ESCENARIO HISTÓRICO Y DE CAMBIO CLIMÁTICO ALTERNATIVA SAN MIGUEL ALTO
Fuente: Elaboración propia.

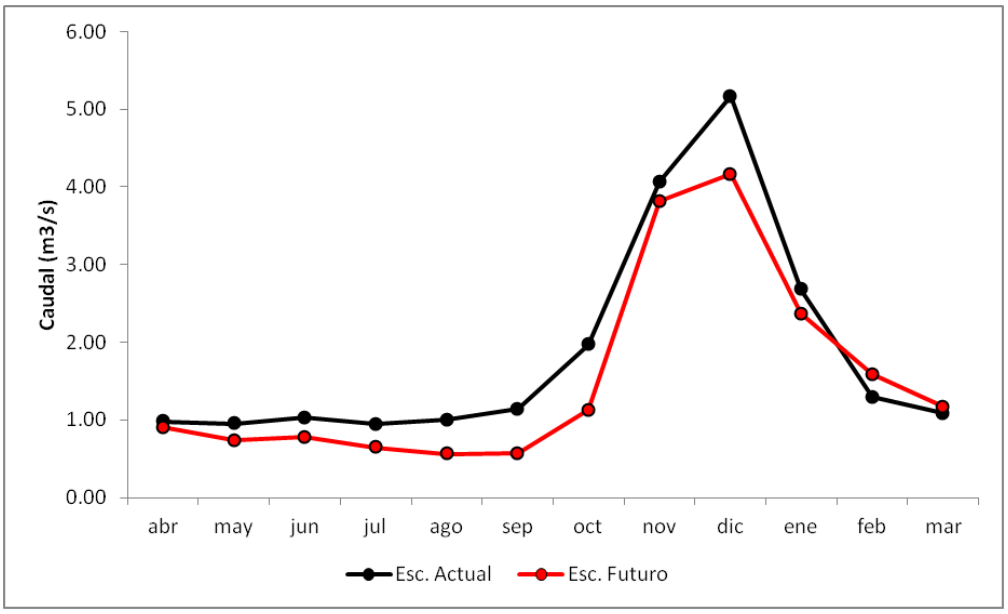


GRÁFICO 5.1.2.4-6
COMPARACIÓN DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES ENTRE EL ESCENARIO HISTÓRICO Y DE CAMBIO CLIMÁTICO ALTERNATIVA TRANCA MORADA
Fuente: Elaboración propia.

Como puede verse en los Gráficos anteriores, se aprecian dos diferencias sustantivas. La primera de ellas es que **disminuye notoriamente el volumen de escorrentía total** en todas las alternativas, al observarse caudales más bajos en las curvas que representan el escenario con Cambio Climático. Esto se explica por el menor input de precipitación pronosticado a través del Modelo Global para las próximas décadas.

La segunda gran diferencia es un desplazamiento hacia la derecha del centro de gravedad de los hidrogramas. Como puede verse, el derretimiento en el escenario actual comienza entorno al mes de agosto, y ya entre agosto y septiembre se observa una curva ascendente. En el escenario futuro por su parte, se aprecia un retardo de los caudales de deshielo, ya que recién en octubre se observa un aumento de los caudales. Esto se explica principalmente porque las temperaturas son mayores, desplazando la línea de nieves hacia arriba. Lo anterior produce una disminución de la superficie nival, la que queda aislada en las zonas más altas de las cuencas. De esta forma el proceso de derretimiento se atrasa notoriamente.

5.1.2.5. Conclusión y Determinación de Sensibilidad Ambiental

El río Mostazal, afluente del río Grande, recibe los aportes de numerosas quebradas de alta pendiente y corto desarrollo. Los ríos San Miguel y Tulahuencito resultan ser los aportes más relevantes. El río Mostazal es la principal fuente hídrica del área bajo estudio.

El estudio hidrológico efectuado determinó la dependencia nivo-pluvial de las cuencas estudiadas. Los mayores caudales se concentran en los meses de primavera (octubre a diciembre), observándose también un leve aumento en junio.

Comparando las alternativas, todas presentan un régimen predominantemente nival.

En relación a las crecidas, fue posible confirmar que el régimen es de deshielo. La alternativa Tranca Morada presentó caudales máximos instantáneos mayores que San Miguel Alto, así como también mayores caudales de diseño.

Los efectos del cambio climático detectados recaen principalmente en la disminución de escorrentía en todas las alternativas y en el retardo de los caudales de deshielo.

Se ha definido la sensibilidad de este componente según se aprecia en el Cuadro 5.1.2.5-1.

CUADRO 5.1.2.5-1
SENSIBILIDAD AMBIENTAL COMPONENTE HIDROLOGÍA

Alternativa	FE	Justificación	N	Justificación	IE	V	Justificación	S
TM	5	La relevancia del componente en el ecosistema es siempre significativa, manteniéndose una interrelación importante con el componente Hidrogeológico.	4	El grado de intervención antrópica en la hidrología es bajo, sólo se asocia a captaciones de agua para riego.	4,5	5	El componente posee una alta susceptibilidad de modificar su estado actual, producto de impactos en el régimen hídrico asociado al río.	4,75
SM_a	5		4		4,5	5		4,75
MEJ_COND	5		4		4,5	1	El componente posee una baja susceptibilidad de modificar su estado actual producto de impactos en el régimen hídrico, considerando que ya mantiene una afectación a su estado natural por captaciones de agua para uso agrícola.	2,75

Nota: FE: Función Ecológica; N: Naturalidad; IE: Importancia Ecológica; V: Vulnerabilidad; S: Sensibilidad

TM: Tranca Morada; SM_a: San Miguel Alto; MEJ_COND: Mejoramiento de la Conducción.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.3. Hidrogeología

5.1.3.1. Antecedentes Generales

Se realizará una caracterización hidrogeológica de las zonas de influencia de las alternativas del proyecto, que considerará la definición del marco hidrogeológico en el cual se distingan las principales formaciones a partir de la información de cartas hidrogeológicas, prospecciones existentes, estratigrafía de sondajes, informes hidrogeológicos asociados pozos de agua potable, estudios de aguas subterráneas y otros análisis considerados en los trabajos de ingeniería del proyecto.

5.1.3.2. Área de Influencia

El área de influencia para este componente, corresponde al polígono donde se desarrollarán las acciones para la ejecución y mejoras de las alternativas de obras propuestas. Queda delimitada por el Área de Influencia Total del Estudio.

5.1.3.3. Metodología

Se realizó una revisión de información secundaria de manera de caracterizar en términos generales la hidrogeología del Área de Estudio.

Asimismo, se utilizaron los antecedentes contenidos en la Formulación e Implementación del Modelo Hidrogeológico (Ver Informe de Ingeniería en apartado "Determinación de Regímenes Hidrológicos y de Crecidas"). Para la elaboración del modelo se acudió a antecedentes bibliográficos recopilados y a actividades realizadas en visita a terreno entre los días 7 a 9 de febrero de 2017.

5.1.3.4. Resultados

En términos generales, el funcionamiento del sistema de los recursos hídricos subterráneos en la cuenca del río Mostazal, se basa en el desarrollo de un depósito sedimentario no consolidado de origen fluvial, coluvial y aluvial que alberga un acuífero detrítico cuyos límites laterales están dados por rocas muy poco permeables de formaciones volcano-sedimentarias y sedimentarias marinas e intrusivos Paleozoicos y Cenozoicos.

Los recursos hídricos de esta cuenca son de importancia menor a escala regional debido a su acotado desarrollo en profundidad (aprox. 35 a 40 m) y lateral. La DGA no mantiene ningún punto de monitoreo de aguas subterráneas en la cuenca. Un catastro realizado el año 2015 identifica 5 puntos de agua subterránea en la cuenca. Se estima que la capacidad de bombeo instalada es de al menos 13 l/s, considerando los pozos de los sistemas de APR existentes, según se desprende de la información facilitada por la DOH.

Como se adelantó en el párrafo anterior, los niveles piezométricos en el sector hidrogeológico del Área de Estudio resultan someros, lo cual deja abierta la posibilidad, dada las características del Valle, que se esté en presencia de "embalses" de agua subterránea naturales, desarrollados en rellenos sedimentarios que se han llenado de agua producto de la presencia de "muros" subterráneos, creados por barreras hidrogeológicas naturales en forma de estrechamientos del valle en la roca que actúa de basamento hidrogeológico y/o presencia de sedimentos menos permeables (depósitos aluviales). En este contexto, las posibilidades de embalse subterráneo artificial se restringen en términos de capacidad de acumulación (Volumen extra de agua acumulable) y eventualmente se deba asumir la necesidad de anegamiento de los sitios de acumulación.

a) Formaciones Acuíferas

El agua subterránea en la cuenca se presenta en dos tipos de acuíferos, uno correspondiente a un fluvial moderno de mayor permeabilidad y bajo éste, un fluvial antiguo de menor permeabilidad, que normalmente constituye la caja del cauce. Los acuíferos son esencialmente libres, por lo cual el fluvial antiguo se presenta saturado bajo el relleno moderno. Los acuíferos se presentan interconectados con los cursos superficiales, siendo en algunos casos afluentes y en otros efluentes dependiendo de las características fisiográficas de la cuenca y de las áreas de recarga. Las características del relleno actual, en general son óptimas para la explotación de las aguas subterráneas, normalmente hasta los primeros 10 a 20 m. Los sedimentos infrayacentes pertenecientes al fluvial más antiguo son de mayor potencia y menor permeabilidad, pero contiene algunos horizontes más permeables. La

litología del acuífero en el fluvial actual es de rodados, gravas, arenas y limos. El fluvial interior antiguo presenta además porcentajes variables de limo, arcilla y capas limo arcillosas (SERPLAC et al., 1979).

El acuífero *Río Grande y Río Mostazal* presenta escasa información hidrogeológica, y en general, se estima el basamento no superior a una profundidad de 35 m. El río Grande tiene una extensión, superior a la de Mostazal. El río Mostazal por lo general es de poco desarrollo superficial y profundo. Se estima que en esta zona no habría un fluvial antiguo. Las zonas de mayor interés (por poseer una mayor capacidad de almacenamiento) dentro de esta zona, corresponde a las confluencias de los ríos Grande y Mostazal, la Quebrada el Sauce y las cercanías al pozo Chilecito. A lo largo del resto del río Grande hasta Carén, los mejores sectores parecen relacionarse con la desembocadura de conos aluviales (SERPLAC et al., 1979 y Salazar, 2012).

b) Sectores Acuíferos

La cuenca del río Mostazal se encuentra en una zona cordillerana, por lo cual en su parte alta no tiene desarrollo de rellenos sedimentarios, mientras que en su parte baja presenta rellenos sedimentarios de fondo de valle en cuya superficie se desarrolla actividad agrícola. El agua para regadío proviene de captaciones superficiales del río Mostazal y algunos de sus afluentes, y de captaciones de vertientes de agua subterránea.

La cuenca del río Mostazal se caracteriza por presentar numerosas vertientes a lo largo del relleno sedimentario y presentar una importante interacción río – acuífero. Para describir el funcionamiento hidrogeológico de la zona de estudio, se ha divido la zona en 4 sectores según se muestra en la Figura 5.1.3.4-1.

b.1) Sector 1: Panguecillo - San Miguel

Este sector corresponde a la zona más alta de la cuenca, acá se emplazarían las dos alternativas de embalse superficial en estudio. Se caracteriza por un bajo desarrollo de los depósitos fluviales (U.H I) y aluviales (U.H II), sobretodo en la parte más alta, donde en el sector de Panguecillo, la superficie de rellenos sedimentarios solo alcanza anchos de aproximadamente 50 m. Desde el sector El Maitén hasta Cuestecita hay un mayor desarrollo de los depósitos sedimentarios.

Destaca en esta zona la vertiente de El Maitén, por ser la vertiente con mayor caudal de toda la zona de estudio, estimándose éste entre 30-50 l/s. Su origen podría ser atribuido a un aporte tanto del acuífero asociado a los depósitos fluviales y aluviales como también a aportes laterales de zonas de roca fracturada. Sin embargo, no se cuenta con suficiente información para establecer claramente el origen de esta vertiente. La vertiente abastece el APR El Maitén y el resto es encauzado en un canal de regadío.

En el sector del río San Miguel, el valle fluvial es estrecho, pero también se observa mayor desarrollo de los depósitos sedimentarios en el tramo antes del sector de Cuestecita donde confluye con el río Mostazal. Las vertientes que aparecen en esta zona se ubican unos 2 km aguas arriba de la confluencia, en una zona de cambio de pendiente del relleno sedimentario del valle, lo cual podría ser la razón del afloramiento de agua subterránea.

b.2) Sector 2: Cuestecita – Pedregal

En la sección más alta de este sector, entre Cuestecita y Quebrada Honda, se observa un mayor desarrollo del depósito fluvial (UH I) por sobre el aluvial (UH II). Luego, en el sector de Quebrada Honda se desarrolla un abanico aluvial, cuyo origen es la presencia de esta quebrada afluente por el norte del valle. Producto del emplazamiento de los depósitos aluviales que abarcan una amplia zona del valle, en este sector se haría menor la sección de los depósitos fluviales (UH I). Este estrechamiento y el contraste de permeabilidades de ambas unidades podría ser la causa del afloramiento de agua subterránea en el sector de Rapelcillo.

Entre Quebrada Honda y Pedregal, se observa un mayor desarrollo del relleno sedimentario, en particular de la UH II, donde se ubican quebradas afluentes de mayor envergadura.

El sector de Pedregal, de acuerdo a lo indicado por los celadores de la Junta de Vigilancia del Río Mostazal, había originalmente una zona inundada por afloramientos de agua subterránea, en la cual se construyeron drenes para rebajar los niveles y desarrollar la actividad agrícola. Estos afloramientos podrían tener su origen en una mayor recarga al agua subterránea por retornos de riego en el Sector 2, y el embalsamiento del agua subterránea que genera la presencia de unidades menos permeables asociadas a los flujos aluviales generados por las crecidas del río Tulahuencito, que entra al valle desde el sur un poco más abajo. El agua de estos drenes es derivada al cauce del río Mostazal.

b.3) Sector 3: Pedregal – Río Grande

En este sector, el desarrollo del relleno sedimentario, alcanza anchos de entre 500 m hasta valores cercanos a 1 km. De acuerdo a la información entregada por celadores de la Junta de Vigilancia, algunas vertientes ubicadas en el sector de Colliguay Bajo podrían corresponder a sistemas de drenaje para deprimir niveles y permitir el cultivo. En la parte baja de este sector (Lomita de Carén), antes de la confluencia con el río Grande, las vertientes se producirían por la presencia de agua subterránea somera.

b.4) Sector 4: Tulahuencito

De acuerdo a lo indicado por los celadores de la Junta de Vigilancia, existe una bocatoma en el sector de la Tranquita (A-A'), producto de lo cual el río queda sin flujo hacia aguas abajo. Aguas arriba de este punto el río tiene caudal hasta sus cabeceras.

Destaca en esta zona, el desarrollo de un abanico aluvial importante en el sector de Mostacilla y un estrechamiento del valle (corte B-B'). Este abanico aluvial, de materiales menos permeables al del depósito fluvial, sumado al estrechamiento del valle, produciría un estrechamiento de la sección de flujo preferencial en depósitos fluviales (ver corte B-B'), lo cual permite explicar que los niveles se vuelven más someros hasta intersectar la superficie y generar el afloramiento de la vertiente del sector Mostacilla en el cauce de la quebrada. El agua que aflora en esta vertiente y escurre por el cauce de la Quebrada Tulahuencito es captada y conducida a dos canales de riego. Según indican los celadores de la Junta de Vigilancia, durante los años de sequía recientes, el caudal de esta vertiente mermó y no se pudo dar agua a uno de estos canales. Esto fue suplido extrayendo agua de un pozo que se encuentra aguas abajo de la vertiente.

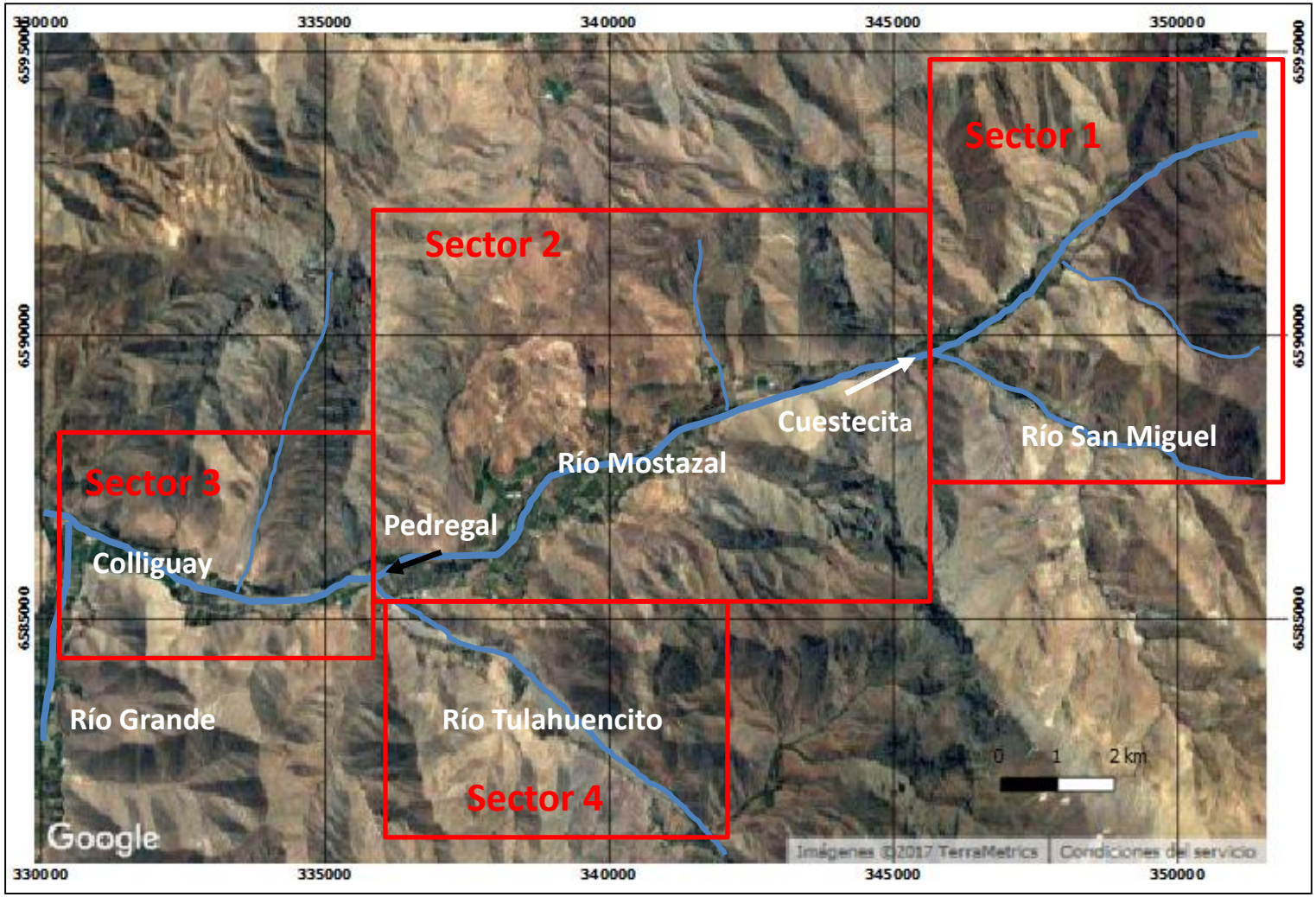


FIGURA 5.1.3.4-1
UBICACIÓN SECTORES MODELO HIDROGEOLÓGICO CUENCA RÍO MOSTAZAL
Fuente: Elaboración propia.

c) Recargas

En general, la recarga de los acuíferos de la cuenca del Limarí procede de la infiltración de los cursos superficiales de los ríos, pérdidas de canales, retornos de riego y precipitaciones (SERPLAC et. al, 1979). Otras entradas de menor importancia corresponden a los aportes subterráneos de quebradas tributarias, que forman pequeños acuíferos en contacto con el acuífero principal y son muy difíciles de evaluar (DGA, 2008).

En el estudio "Evaluación de los recursos hídricos subterráneos de la cuenca del río Limarí" (DGA, 2008), se realiza una estimación de la recarga en la cuenca del Límari. Se utilizan dos metodologías diferentes, una para las cuencas cordilleranas y otra para las cuencas intermedias. Esta sectorización se basa principalmente en la cantidad de superficie correspondiente a depósitos sedimentarios no consolidados presente en cada cuenca, lo que determina las fuentes principales de recarga.

En el caso de las cuencas cordilleranas, la recarga proviene principalmente de la precipitación, siendo los aportes de riego despreciables. En estas cuencas las áreas de cultivo son marginales en comparación con la superficie total de la cuenca, lo cual sumado a la alta pluviosidad de la zona y a la inexistencia de volúmenes de regulación importantes hacen que la recarga por riego sea despreciable frente a la recarga por causa de las precipitaciones.

Por otra parte, en las cuencas intermedias, se observan acuíferos más extendidos y mayores superficies dedicadas a la agricultura. En este contexto, la magnitud de recarga neta en las cuencas intermedias se dividió en 2 aportes principales, recarga por precipitación y recarga debido al riego.

Del análisis específico del Área de Estudio, se determinaron cuatro fuentes principales de recarga al acuífero de la cuenca del río Mostazal, estas son: recarga por precipitaciones, recarga por riego, recarga por pérdidas en canales y la recarga por percolaciones desde el lecho del río.

d) Descargas

Las salidas o descargas del sistema acuífero corresponden a los afloramientos (vertientes), las extracciones por pozos de bombeo, las pérdidas por evapotranspiración, las exfiltraciones hacia el río y el flujo subterráneo de salida.

e) Balance Hídrico Subterráneo

La siguiente Figura 5.1.3.4-2 muestra un esquema de las componentes del balance hídrico subterráneo en la zona de estudio.

En cuanto a la recarga del sistema, al tratarse de una cuenca cordillerana, se espera un mayor aporte de la componente de precipitaciones desde un punto de vista regional, aunque la recarga por riego puede producir efectos locales en el nivel freático e incluso volver a aflorar aportando a las vertientes de la zona.

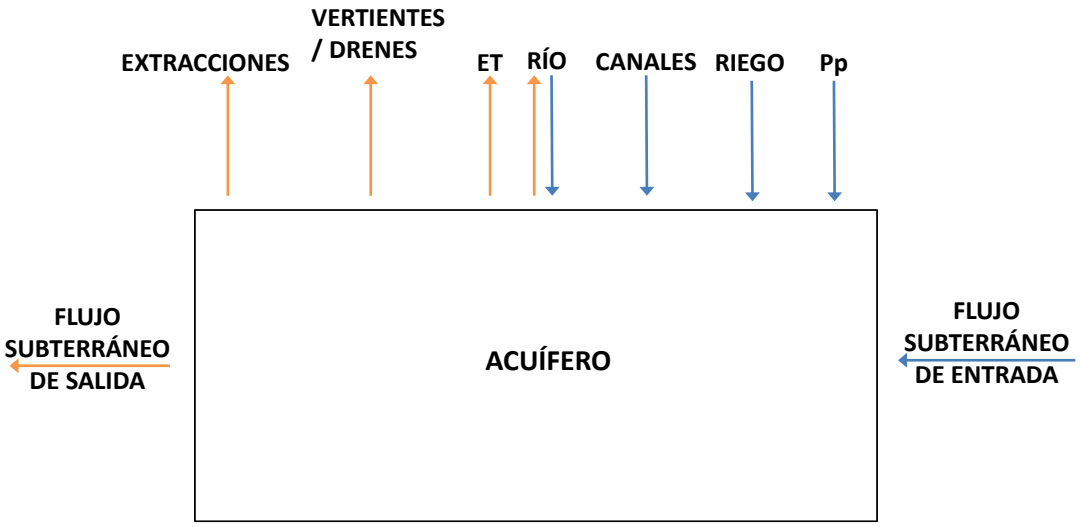


FIGURA 5.1.3.4-2
BALANCE HÍDRICO SUBTERRÁNEO CONCEPTUAL
Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la interacción entre el río Mostazal y el acuífero, considerando la información recopilada en terreno, se ha observado que el acuífero aporta flujo hacia el río en numerosos tramos a lo largo de la mayor parte de la extensión de la cuenca. En particular, entre el sector de Cuestecita hasta Pedregal se observan afloramientos en el lecho del río, producto de lo cual el río aumenta su caudal. Informantes indican que esta situación se mantiene hasta el sector de Colliguay. En cambio, en el sector más bajo de la cuenca, entre Colliguay Bajo y Lomita de Carén, se ha observado en años de sequía recientes, que el agua del cauce se infiltra hacia el acuífero e incluso se seca. Durante la visita a terreno efectuada en este estudio, se ha observado que, en general, las vertientes se encuentran por sobre la cota del río, lo cual es concordante con un posible aporte del acuífero al río.

El Cuadro 5.1.3.4-1 resume los valores estimados para las componentes del balance. El valor de la interacción río-acuífero es negativo, por lo tanto, se estima que en forma neta existe en la cuenca un importante flujo **desde el acuífero hacia el río** de un total de 287 l/s, lo cual coincide con las observaciones de terreno.

El valor de interacción neta río-acuífero es relativamente elevado comparado con valores revisados en los antecedentes (78 l/s, en CAZALAC y Rhodos, 2006). Esto se debe a que en este estudio se ha considerado la simplificación de que todo el caudal de retorno de riego se infiltra al acuífero, mientras que en CAZALAC (2006) parte del retorno de riego vuelve directamente al río en forma superficial.

La Figura 5.1.3.4-3 muestra un esquema del modelo conceptual del sistema acuífero de la cuenca del río Mostazal, en la cual se muestran los distintos componentes del balance hídrico.

CUADRO 5.1.3.4-1
BALANCE HÍDRICO SUBTERRÁNEO

Parámetro		Valor	Unidad
Entradas	R_{Pp}	128	L/s
	Rir	441	L/s
	$R_{canales}$	106	L/s
Salidas	Q_E	16	L/s
	Q_V	122	L/s
	$Q_{sub-out}$	250	L/s
R_{rio}-Ex_{rio}		-287	L/s

Fuente: Elaboración propia.

f) Resumen Modelo Conceptual

Se representan de manera cualitativa en el esquema los distintos espesores del depósito sedimentario. En las zonas más altas de la cuenca hasta Cuestecita, se tiene un desarrollo y espesor menor del relleno sedimentario. Luego éste, va aumentando progresivamente en el sector entre Cuestecita y Pedregal, para luego disminuir en una zona de estrechamiento del valle en Pedregal. Más abajo de Pedregal el desarrollo y espesor del depósito sedimentario vuelve a aumentar, para finalmente disminuir en otra zona de estrechamiento del valle en el sector de Carén, donde confluyen el río Mostazal y el río Grande.

Las precipitaciones y el riego constituyen la principal fuente de recarga al acuífero, sin embargo, según lo observado en terreno y lo descrito en los balances hídricos superficial y subterráneo, existen importantes retornos desde el flujo de aguas subterráneos hacia el río, por lo que buena parte de la recarga retorna finalmente al río. Esta situación se puede explicar debido al aumento de los niveles freáticos en el acuífero producidos por las actividades de riego y las zonas de estrechamiento del valle, los cuales se manifiestan en la aparición de vertientes en dichas zonas y afloramientos en el cauce del río.

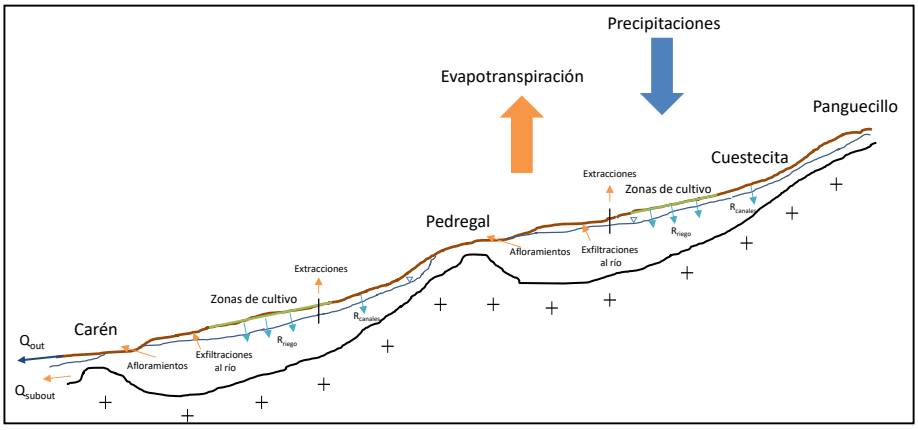


FIGURA 5.1.3.4-3
ESQUEMA MODELO HIDROGEOLÓGICO CONCEPTUAL
Fuente: Elaboración propia.

5.1.3.5. Conclusión y Determinación de Sensibilidad Ambiental

El sistema hidrogeológico de la cuenca del río Mostazal presenta, en general, niveles piezométricos someros. De forma preliminar, se ha interpretado que esto se debe a la presencia de "embalses" de agua subterránea naturales desarrollados en rellenos sedimentarios del valle, que se han llenado de agua subterránea producto de la presencia de "muros" subterráneos creados por barreras hidrogeológicas naturales en forma de estrechamientos del valle en la roca que actúa de basamento hidrogeológico y/o presencia de sedimentos menos permeables (depósitos aluviales).

En principio, en aquellos lugares que se forman "embalses" subterráneos naturales existe el potencial de crear un esquema de uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas para mejorar la seguridad de suministro. Bajo este concepto, durante la época de sequía se extrae agua subterránea para complementar el suministro superficial menguado, mientras que durante las épocas húmedas se propicia la recarga o llenado del "embalse" subterráneo. Lo fundamental de este esquema es encontrar el equilibrio de largo plazo, es decir lograr que la explotación durante la sequía se vea compensada con la recarga durante la época húmeda, ya que de lo contrario se induce sobre-explotación. Además, se deben evaluar las consecuencias de este tipo de esquema de gestión de recursos hídricos sobre los demás usuarios de agua superficial y subterránea del valle, especialmente en un valle como el río Mostazal, que presenta uso del agua subterránea en diversos sectores de afloramiento natural.

En consecuencia, considerando el embalsamiento natural de las aguas subterráneas observado en el acuífero de la cuenca del río Mostazal, se determina que un esquema de uso conjunto de los recursos que aproveche el almacenamiento natural del sistema acuífero corresponde a la alternativa más apropiada para el aprovechamiento de los recursos hídricos subterráneos. Por otra parte, una revisión de criterios generales de comparación entre las alternativas de muro sub-superficial y un esquema de extracción mediante pozos muestran que la alternativa de aprovechamiento mediante pozos de uso colectivo resultaría más atractiva en términos de costos, experiencia previa, ambientales y de flexibilidad de la localización de las extracciones con respecto a los puntos de demanda. Por lo anterior, la evaluación de la sensibilidad está sujeta a la modificación de las alternativas o escenarios que se definan en el estudio, considerando el aprovechamiento subterráneo de las aguas.

Se ha definido la sensibilidad de este componente según se aprecia en el Cuadro 5.1.3.5-1.

CUADRO 5.1.3.5-1
SENSIBILIDAD AMBIENTAL COMPONENTE HIDROGEOLÓGICO

Alternativa	FE	Justificación	N	Justificación	IE	V	Justificación	S
TM	5	La relevancia del componente en el ecosistema es siempre significativa, manteniéndose una interrelación importante con el componente Hidrológico.	5	El grado de intervención antrópica del componente es bajo, sólo se asocia a la captación de agua para riego y consumo a través de Pozos, Norias y vertientes, reconociéndose zonas de recarga natural al acuífero en el río Mostazal.	5	4	La susceptibilidad de este componente se encuentra influenciado a los cambios hidrológicos, y a las variaciones en las recargas del acuífero producto de la regulación y uso de aguas superficiales y subterráneas.	**4,5**
SM_a	5		5		5	4		**4,5**
MEJ_COND	5		5		5	2	Existe una menor susceptibilidad de modificar el estado actual del componente, en comparación a las situaciones de emplazamiento de un embalse. Parte de la recarga de acuífero, producto de la infiltración de agua superficial en canales, se proyecta disminuida por las mejoras en las obras de distribución.	**3,5**

Nota: FE: Función Ecológica; N: Naturalidad; IE: Importancia Ecológica; V: Vulnerabilidad; S: Sensibilidad

TM: Tranca Morada; SM_a: San Miguel Alto; MEJ_COND: Mejoramiento de la Conducción.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.4. Calidad del Agua Superficial y Subterránea

5.1.4.1. Antecedentes Generales

Calidad del agua, es un término relativo a la composición del agua en la medida en que ésta es afectada por la concentración de sustancias ya sea toxicas o producidas por procesos naturales. De acuerdo con lo anterior, tanto los criterios como los estándares y objetivos de calidad de agua variarán dependiendo de si se trata de agua para consumo humano (agua potable), para uso agrícola o industrial, para recreación, para mantener la calidad ambiental, etc.

Los objetivos de la caracterización de la calidad del agua del Área de Estudio son:

- Caracterizar la calidad de las aguas superficiales del área de influencia directa del proyecto en función de antecedentes bibliográficos y de acuerdo a campañas de terreno, según los requisitos del agua de la NCH 1.333 Of. 78 para uso en riego y vida acuática.

- Identificar posibles fuentes de contaminación de los cursos de agua de interés.

5.1.4.2. Área de Influencia

El área de influencia del componente calidad de agua corresponde a los cursos naturales de agua superficial destinado para riego dentro del Área de Estudio, en este caso, los ríos Sasso, Mostazal

y San Miguel en los tramos que comprende la intervención de dichos cauces por las acciones y obras propuestas; en tanto para agua subterránea, el área de influencia corresponde a todo el sector acuífero limitado por el Área de Estudio (Ver Figura 5.1.4.2-1).

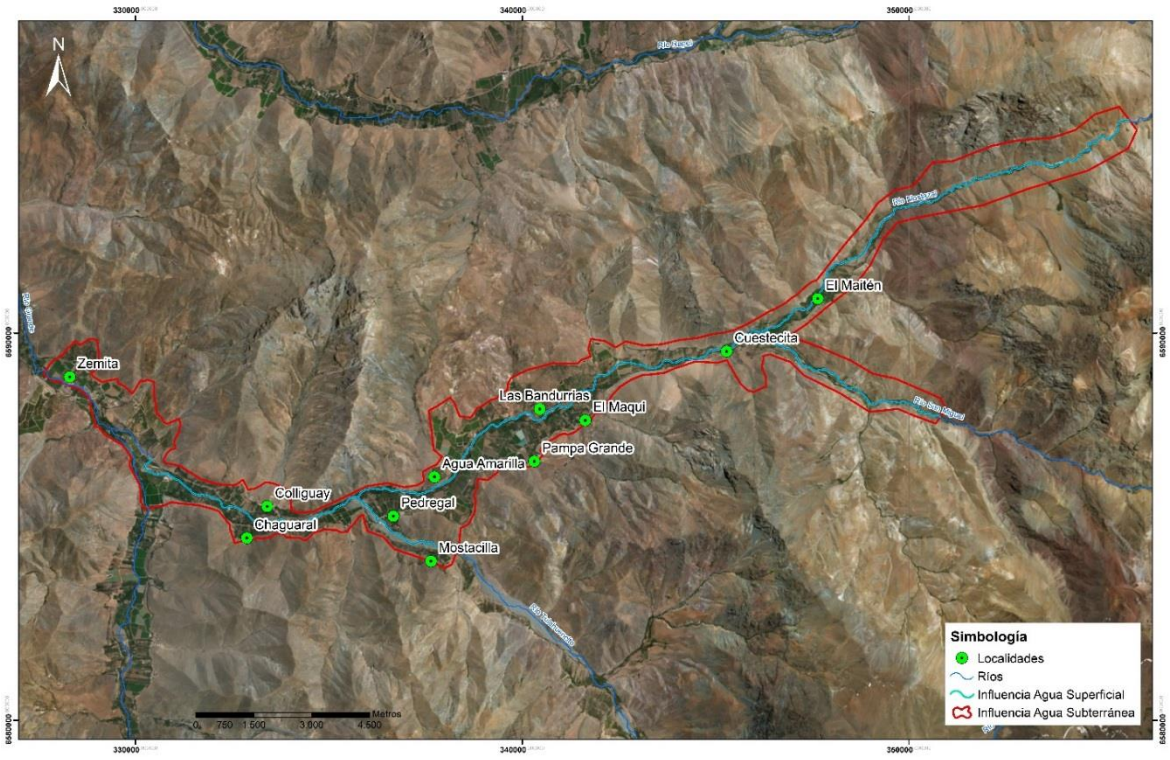


FIGURA 5.1.4.2-1
ÁREA INFLUENCIA AGUA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA
Fuente: Elaboración propia.

5.1.4.3. Metodología

a) Levantamiento de Información Secundaria

La caracterización de este componente fue realizado a través de revisión y análisis de antecedentes de fuentes bibliográficas, entre las que cabe señalar, Estaciones de medición de Calidad de agua superficial de la Dirección General de Aguas y estudios anteriores relacionados.

Los parámetros con información fueron comparados con la NCh 1.333 OF. 78 Requisitos de calidad de agua para diferentes usos excepto agua potable (riego, vida acuática, uso recreativo y estética).

b) Levantamiento de Información en Terreno

La toma de muestras fue realizada por el equipo del área medio ambiental de Arrau Ingeniería, siguiendo los procedimientos recomendados de toma de muestras de calidad de agua. De esta manera, se garantiza la confiabilidad de las mediciones realizadas, a través del uso de envases

adecuados, preservación de las muestras, y manejando el tiempo desde la toma de la muestra hasta su análisis en laboratorio, dependiendo de los parámetros analizados.

Se realizó una campaña de monitoreo en temporada de estiaje los días 22 y 23 de marzo de 2017 y una segunda campaña en temporada invierno los días 11 y 12 de julio de 2017. Las campañas de se desarrollaron sin ocurrencia de lluvias en las semanas precedente a las tomas de muestras.

De forma previa a la toma de muestras, se realizó una visita a terreno de reconocimiento (coincidente con las actividades de catastro de canales y extracción de agua subterránea), de forma de verificar posibles focos de contaminación, además de reconocer los sectores donde se realizarían las campañas de muestreo.

En función de lo observado en terreno, se determinó muestrear la calidad físico-química del agua en laboratorio, considerando diez (10) puntos de muestreo, seis (6) asociados a agua superficial y cuatro (4) a agua subterránea (Ver Cuadro 5.1.4.3-1). La Figura 5.1.4.3-1 muestra la distribución espacial de los puntos de muestreo.

CUADRO 5.1.4.3-1
PUNTOS DE MUESTREO DE CALIDAD DE AGUA

CÓDIGO	TIPO MUESTRA	JUSTIFICACIÓN	Ubicación GPS WGS 84 UTM 19S	
			NORTE	ESTE
ASUB1	Agua Subterránea	Sector Cuestecita	6.588.430	341.601
ASUB2	Agua Subterránea	Sector Pedregal	6.585.641	336.790
ASUB3	Agua Subterránea	Sector Colliguay	6.585.348	333.677
ASUB4	Agua Subterránea	Sector Pedregal	6.584.369	337.757
ASUP1	Agua Superficial	Agua arriba de muro sitio embalse superficial Tranca Morada	6.593.320	350.119
ASUP2	Agua Superficial	Agua abajo de muro sitio embalse superficial Tranca Morada. Después de aporte Río San Miguel.	6.590.584	347.463
ASUP3	Agua Superficial	Aguas Abajo sitio Embalse San Miguel Alto, con influencia quebrada las Mollacas.	6.588.586	348.395
ASUP4	Agua Superficial	Agua abajo de muro sitio embalse superficial Tranca Morada. Antes de aporte Río San Miguel.	6.589.916	345.688
ASUP5	Agua Superficial	Agua abajo Sitios de embalse (San Miguel y Tranca Morada), con influencia de río Tulahuencito en sector Colliguay.	6.585.455	332.180
ASUP6 (*)	Agua Superficial	Aguas Arriba sitio Embalse San Miguel Alto	6.587.871	350.654

(*): Punto de muestreo incorporado para campaña Invierno, luego de agregar al análisis, de forma posterior a la campaña de verano, la alternativa de embalse San Miguel Alto.

Fuente: Elaboración propia.

Las muestras fueron enviadas al laboratorio el mismo día que fueron tomadas y utilizando las medidas necesarias para conservarlas. Los análisis fueron realizados por AGQ, laboratorio certificado para realizar este tipo de ensayos.

Finalmente, el resultado de los análisis fue comparado con la NCh 1.333 OF. 78 Requisitos de calidad de agua para diferentes usos excepto agua potable (Riego, vida acuática, uso recreativo y estética).

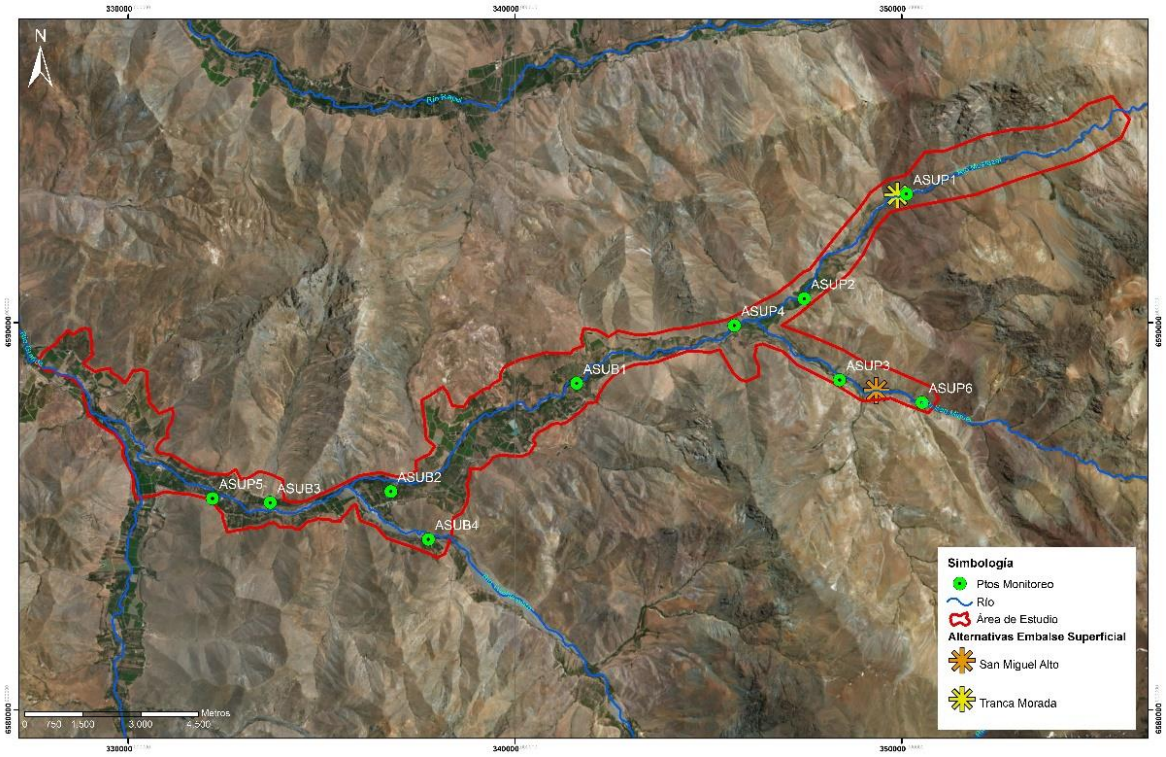


FIGURA 5.1.4.3-1
UBICACIÓN PUNTOS DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA
Fuente: Elaboración propia.

5.1.4.4. Resultados

a) Levantamiento de Información Secundaria

Los antecedentes de calidad de aguas señalados por DOH (2000), dan cuenta de una contaminación biológica menor, dado que la escasa presencia de centros poblados en el Área de Estudio por otra parte se señala que debido a las características del río es de esperar una aireación adecuada pudiéndose realizar una autopurificación. En consecuencia, se cuenta con las condiciones necesarias para que los coliformes fecales no superen los 1.000 NMP/100 ml señalados por la NCH°1.333 para uso de riego sin restricciones, lo cual será consignado en el desarrollo del Estudio.

De igual forma, se señala respecto a la calidad química del agua, que los contenidos de sodio medidos a través de su porcentaje, en relación a los otros cationes y mediante el SAR o RAS, no representan peligro o riesgo de sodificación para las aguas en cuestión.

En términos generales, en estudio DOH (2000) se señala que no debiese haber restricción de calidad química del agua para los cultivos, pudiendo prosperar aún los más sensibles, pero al no disponer de mayores antecedentes de análisis, no es posible concluir con certeza acerca de la calidad química del agua, salvo en lo relativo al elemento boro.

Se destaca además del estudio DGA (2010), que los resultados de la aplicación del índice IHF (Índice de Hábitat Fluvial) indican que la cuenca posee una alta heterogeneidad de hábitat, presentándose una calidad Buena a muy Buena en la parte alta de la cuenca del Limarí en donde se ubica el Área de Estudio, en donde se registran los puntajes más altos del Índice (DGA, 2010), como es posible apreciar en Figura 5.1.4.4-1 y 5.1.4.4-2.

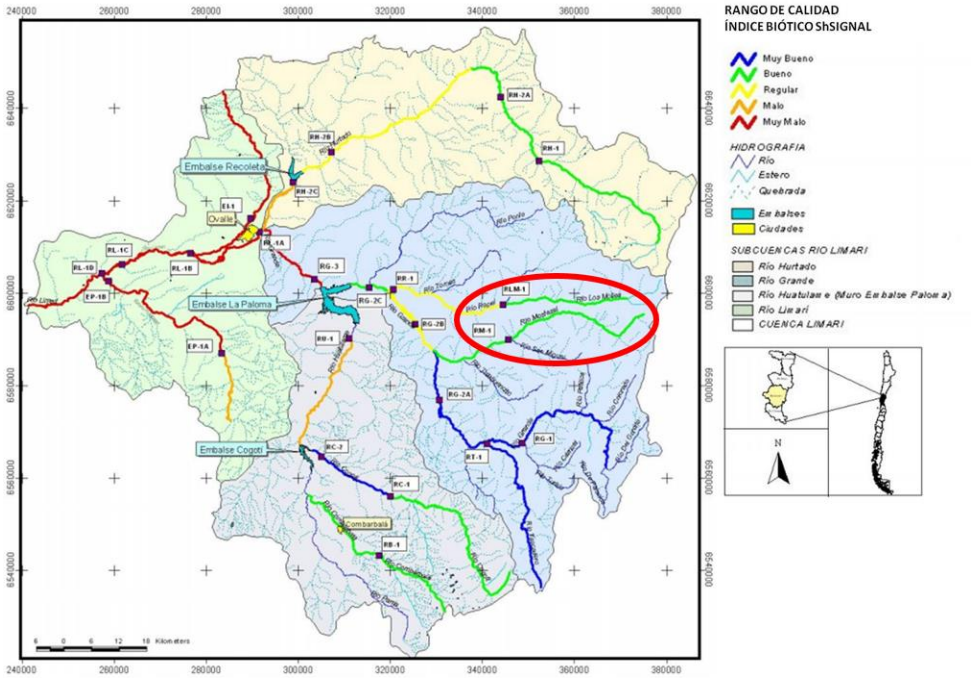


FIGURA 5.1.4.4-1
MAPA DE CALIDAD SEGÚN ÍNDICE BIÓTICO *CH*SIGNAL PRIMAVERA, CUENCA DEL RÍO LIMARÍ
Fuente: DGA, 2010.

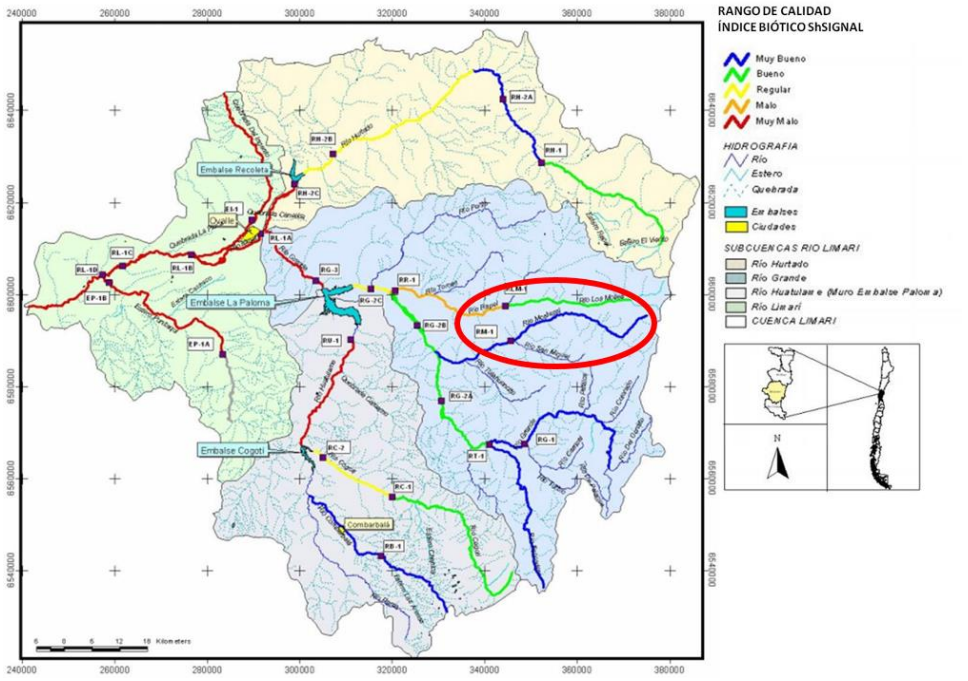


FIGURA 5.1.4.4-2
MAPA DE CALIDAD SEGÚN ÍNDICE BIÓTICO *CH*SIGNAL VERANO, CUENCA DEL RÍO LIMARÍ
Fuente: DGA, 2010.

b) Levantamiento de Información en Terreno

De acuerdo a la información recopilada en las 2 campañas de monitoreo de calidad de agua efectuadas, fue posible analizar datos puntuales sobre calidad de agua en el Área de Estudio. Los parámetros que superan la NCh 1.333 se destacan en color amarillo en los Cuadros 5.1.4.4-1 y 5.1.4.4-2, para los usos destinados a riego y vida acuática respectivamente.

En el Anexo 5-1 se entregan fotografías de los muestreos de calidad de aguas realizados, además de los informes de análisis de laboratorio resultantes de las campañas realizadas.

CUADRO 5.1.4.4-1
RESULTADOS MUESTREO PARA NCH 1333 USO RIEGO

Parámetro	Campaña	Unidad	Límites NCh. 1.333	Puntos de Muestreo									
				SUP 1	SUP 2	SUP 3	SUP 4	SUP 5	SUP 6	SUB 1	SUB 2	SUB 3	SUB 4
Aluminio	Ver	mg/l	5	<0.3	<0.30	<0.3	<0.3	<0.3	-	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
	Inv			<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	0,43	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30
Arsénico	Ver	mg/l	0,1	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	-	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	Inv			<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Bario	Ver	mg/l	4	0,008	0,028	0,023	0,034	0,025	-	0,02	0,029	0,028	0,019
	Inv			<0,002	<0,002	0,012	0,012	0,012	0,11	0,007	0,016	0,011	0,009
Berilio	Ver	mg/l	0,1	0,0022	0,0027	0,0024	0,0023	<0.002	-	0,002	<0.002	<0.002	<0.002
	Inv			<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020
Boro	Ver	mg/l	0,75	0,121	0,129	<0.002	0,089	0,075	-	0,077	0,11	0,083	0,032
	Inv			0,175	0,078	0,02	0,056	0,058	<0,002	0,064	0,113	0,067	0,028
Cadmio	Ver	mg/l	0,01	<0.010	<0.010	<0.01	<0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	Inv			<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cianuros	Ver	mg/l	0,2	<0.04	<0.04	<0.004	<0.04	<0.04	-	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
	Inv			<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Cloruros	Ver	mg/l	200	4,3	3,14	<2.7	<2.7	36,9	-	3,35	13,4	5,03	<2.7
	Inv			<2,70	12,7	<2,70	11,8	6,74	6,07	4,89	21,9	7,92	<2,70
Cobalto	Ver	mg/l	0,05	0,0018	0,0018	0,002	0,0018	<0.001	-	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	Inv			<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Cobre	Ver	mg/l	0,2	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	Inv			<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cromo	Ver	mg/l	0,1 (1)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
	Inv			<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fluoruro	Ver	mg/l	1	0,17	0,15	<0.08	0,13	0,13	-	0,31	0,15	0,14	<0.08
	Inv			0,17	0,16	<0,08	0,12	0,11	<0,08	0,25	0,17	0,17	<0,08
Hierro	Ver	mg/l	5	0,44	0,44	0,4	<0.3	<0.3	-	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
	Inv			<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	0,43	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Litio	Ver	mg/l	2,5	<0.100	<0.100	<0.1	<0.1	<0.1	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	Inv			<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100
Manganeso	Ver	mg/l	0,2	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
	Inv			<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Mercurio	Ver	mg/l	0,001	<0.0010	<0.0010	<0.001	<0.001	<0.001	-	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	Inv			<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Molibdeno	Ver	mg/l	0,01	**0,04 (*)**	**0,44 (*)**	**0,25 (*)**	**0,05 (*)**	**0,02 (*)**	-	**0,14 (*)**	<0.01	<0.01	**0,06 (*)**
	Inv			<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Níquel	Ver	mg/l	0,2	0,01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	Inv			<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Plata	Ver	mg/l	0,2	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
	Inv			<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

CUADRO 5.1.4.4-1
RESULTADOS MUESTREO PARA NCH 1333 USO RIEGO

Parámetro	Campaña	Unidad	Límites NCh. 1.333	Puntos de Muestreo									
				SUP 1	SUP 2	SUP 3	SUP 4	SUP 5	SUP 6	SUB 1	SUB 2	SUB 3	SUB 4
Plomo	Ver	mg/l	5	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
	Inv			<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Selenio	Ver	mg/l	0,02	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	-	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	Inv			<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Sodio Porcentual	Ver	%	35	16,5	13,7	8,68	10,1	24,4	-	13,3	14,8	11,4	13,3
	Inv			9,99	16,8	<0,100	12,4	13,5	<0,100	12,9	13,8	12,9	13,2
Sulfatos	Ver	mg/l	250	62,8	63,4	12,6	56,8	73,3	-	104	117	74,5	27,4
	Inv			58	61,7	14,6	43,2	51	8,2	69,1	120	57,2	27,6
Vanadio	Ver	mg/l	0,1	0,04	0,05	0,04	0,03	0,03	-	0,03	0,03	0,02	0,04
	Inv			<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zinc	Ver	mg/l	2	<0.30	<0.30	<0.3	<0.3	<0.3	-	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
	Inv			<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30
pH	Ver	Unidad	5,5 – 9,0	7,09	7,66	7,67	7,54	7,49	-	7,32	7,17	7,4	7,32
	Inv			7,67	7,81	7,97	7,9	8,07	7,8	6,93	6,85	6,97	7,05
Coliformes Fecales	Ver	NMP/100 ml	1.000	4,5	130	4,5	350	**920 (**)**	-	<2	<2	<2	<2
	Inv			2	13	23	33	33	22	<2,0	<2,0	<2,0	4,5
Conductividad Eléctrica	Ver	µS/cm a 25º	750 (2)	243	310	198	374	665	-	567	747	565	569
	Inv			229	247	182	258	365	133	408	740	425	559
Sólidos Disueltos Totales	Ver	mg/l	500 (2)	149	178	100	203	399	-	337	424	327	301
	Inv			145	150	108	163	235	92,5	255	454	247	322

(*): Valor fuera de norma.

(**): Valor cercano a rango normado.

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 5.1.4.4-2
RESULTADOS MUESTREO PARA NCH 1333 USO VIDA ACUÁTICA

Parámetro	Unidad	Campaña	Puntos de Muestreo										Límites Máx Vida Acuática NCh 1.333
			SUP 1	SUP 2	SUP 3	SUP 4	SUP 5	SUP 6	SUB 1	SUB 2	SUB 3	SUB 4	
pH (in situ)	-	Ver	7,88	7,76	7,59	7,98	7,41	-	**10,47 (*)**	**10,33 (*)**	7,11	7,20	6,0-9,0
		Inv	7,95	7,2	7,25	7,3	7,45	7,24	6,58	6,25	6,53	6,40	
Alcalinidad total (CO3H-)	mg/l	Ver	34,4	62,5	78,1	113	172	-	163	209	188	256	> 20
		Inv	33,7	36,8	67,5	64,4	113	49,1	107	199	123	236	
Color (Ausencia -Presencia Colorantes Artificiales)	-	Ver	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente
		Inv	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	
Oxígeno disuelto	mg/l	Ver	8,98	9,03	9,03	9,1	8,49	-	7,24	6,9	8,48	7,45	> 5,00
		Inv	9,07	9,02	9,29	9,1	8,97	9,11	5,87	**4,8 (*)**	5,87	6,92	
Petróleo e hidrocarburos	-	Ver	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente
		Inv	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	
Sólidos flotantes visibles y espumas no naturales	-	Ver	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente
		Inv	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	
Sólidos sedimentables	mg/l	Ver	0,1	<0,1	<0.10	<0.1	<0.1	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	< V.N.
		Inv	<0,1	<0,1	0,1	0,1	0,1	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	
Temperatura en flujo de agua corriente	ºC	Ver	13,7	15,2	16,6	15,8	20,5	-	18,5	23,0	20,5	20,4	V.N. + 3
		Inv	6,8	9	9,7	13,1	14,2	8,7	13,8	15,5	17,7	18,7	
Turbiedad debido a descargas	NTU	Ver	1,48	1,13	3,01	1,23	0,44	-	0,37	<0.3	<0.3	<0.3	V.N. + 30
		Inv	1,26	1,36	4,94	3,13	4,96	2,81	<0,30	<0,30	1	<0,30	

(*): Valor fuera de norma.

Fuente: Elaboración propia.

c) Parámetros Fuera de NCh 1.333

A continuación se describen los efectos de las concentraciones de los parámetros fuera de norma (NCh 1.333) de acuerdo a los análisis de calidad de agua realizados según tipo de uso:

- **Molibdeno** (uso Riego): El molibdeno es un elemento esencial para todas las formas de vida. En las plantas estimula la fijación de nitrógeno y la reducción de nitratos. La toxicidad en plantas por exceso de este micronutriente es muy poco común, sin embargo, altas concentraciones en el agua de riego pueden generar problemas al ganado rumiante, que se alimenta de plantas que han absorbido grandes cantidades de molibdeno, generándoles una toxicidad, denominada molibdenosis. Estos problemas se asocian con forraje que contiene concentraciones de 5 y 10 ppm de molibdeno (Universidad de Chile – SAG 2005)[3].

- **pH** (Uso Vida Acuática): El pH es un importante criterio de calidad del agua, ya que afecta a la viabilidad de la vida acuática y a gran número de usos en el agua (OMM, 2011). El intervalo de concentración adecuado para la proliferación y desarrollo de la vida acuática es bastante estrecho y crítico, la mayoría de animales acuáticos prefieren un rango de 6.5 - 8.0, fuera de este rango se reduce la diversidad por estrés fisiológico, así como la reproducción (Metcalf y Heddy, 1985; 664 Massachussets Water Watch Partnership, 2002).

- **Oxígeno Disuelto** (Uso Vida Acuática): El oxígeno disuelto resulta esencial para la supervivencia de todos los organismos acuáticos (no sólo peces también invertebrados como cangrejos, almejas, zooplacton,etc). Además, el oxígeno afecta indicadores estéticos como: el olor, claridad del agua, y sabor. La baja concentración de oxígeno disuelto en el agua es, generalmente, una indicación de alta contaminación, ya que sirve para denotar la presencia de organismos que “respiran” y se multiplican a una tasa superior a la difusión del oxígeno desde la atmósfera al agua (Faña, 2000).

5.1.4.5. Conclusión y Determinación de Sensibilidad Ambiental

En relación a la calidad del agua y de acuerdo a los muestreos efectuados, se observa que en general la calidad del agua es buena, tanto para riego como para los parámetros de vida acuática en aguas superficiales y subterráneas (NCH 1.333). De los parámetros que sobrepasan la norma, se destaca el Molibdeno, el cual que se registró fuera de la norma para uso de riego en la mayoría de los puntos de muestreo en la campaña de estiaje (tanto para agua subterránea como superficial). Si bien es poco común la toxicidad por altas concentraciones de este parámetro en plantas, pueden generar problemas en el ganado rumiante que se alimenta de plantas que han absorbido grandes cantidades de molibdeno.

De igual forma se destaca para la campaña de verano, en agua superficial, el valor de coliformes fecales en las cercanías de la localidad de Colliguay (sitio de muestreo SUP5), aguas abajo de

[3] Criterios de Calidad de Suelos y de Aguas o Efluentes Tratados para Uso en Riego (2005).

todas las alternativas de embalse, parámetro que prácticamente está en el límite de la norma para Uso de Riego. Otro parámetro aislado fuera de norma, para la campaña de verano, corresponde al Oxígeno Disuelto, el cual se registró en los sitios de agua subterránea SUB1 y SUB2, para Uso de Vida Acuática.

En términos comparativos, entre las dos campañas de monitoreo efectuadas, se reconoce una mejor calidad de agua en época de invierno, momento en el cual no se constató valores importantes de parámetros fuera de norma, tanto para riego como para uso de vida acuática. Sólo se registró un casos puntuales en sitios SUB2 para el parámetro Oxígeno Disuelto, bajo la norma para un uso de Vía Acuática.

Se ha definido la sensibilidad de este componente según se aprecia en el Cuadro 5.1.4.5-1.

CUADRO 5.1.4.5-1
SENSIBILIDAD AMBIENTAL COMPONENTE CALIDAD DE AGUA

Alternativa	FE	Justificación	N	Justificación	IE	V	Justificación	S
TM	5	La relevancia de la calidad del agua en el ecosistema es significativa, debido que este componente mantiene el hábitat tanto de formaciones vegetacionales con especies nativas y la fauna nativa asociada a los ecosistemas ribereños.	5	Se ha constatado en los registros analizados una buena calidad del agua tanto para la vida acuática y el riego destinado a la agricultura. Esta situación no varía de acuerdo a los resultados obtenidos en las campañas de monitoreo realizadas	5	4	No se han identificado fuentes de contaminación antrópicas de importancia. Manteniéndose una buena calidad del agua respecto a las posibilidades de desarrollo para la vida acuática y su uso para riego en la agricultura. Cualquier afectación en este componente resulta de importancia en el funcionamiento del sistema natural al que se hace parte. Cabe destacar de forma muy particular, las altas concentraciones de Molibdeno en todos los sitios de monitoreo en primera campaña de terreno (época de verano) y concentraciones elevadas de coliformes fecales en el sitio SUP5; Situación que se revirtió en la segunda campaña de monitoreo en época de invierno. Esta situación da cuenta de, la capacidad del componente de revertir una situación particular de afectación.	**4,5**
SM_a	5		5		**5**	**4**		**4,5**
MEJ_COND	2	Su importancia en el ecosistema es menor, dada la intervención actual producto de obras de conducción existentes.	3	Se considera un grado de intervención medio, principalmente por acción de la actividad agrícola.	2.5	4	Aun cuando las obras planteadas en este estudio no son mayormente influyentes en este componente, se tiene una baja capacidad de recuperación de forma natural, dado el alto grado de intervención actual que caracteriza el sistema de canalización existente.	**2,75**

Nota: FE: Función Ecológica; N: Naturalidad; IE: Importancia Ecológica; V: Vulnerabilidad; S: Sensibilidad

TM: Tranca Morada; SM_a: San Miguel Alto; MEJ_COND: Mejoramiento de la Conducción.

Fuente: Elaboración propia.

5.2. MEDIO BIÓTICO

5.2.1. Flora y Vegetación Terrestre

5.2.1.1. Antecedentes Generales

El presente componente contiene los antecedentes recopilados sobre la componente flora y vegetación en el Área de Estudio del Proyecto. Tales antecedentes han sido elaborados en base a una revisión bibliográfica, la cual fue complementada con antecedentes que se recopilaron en campaña a terreno el mes de octubre del 2017. Los objetivos de la caracterización de la flora y vegetación terrestre corresponden a:

- Describir la vegetación terrestre del Área de Estudio.
- Describir la flora terrestre del Área de Estudio.
- Determinar las especies de flora en estado de amenaza.

5.2.1.2. Área de Influencia

Considerando que el Proyecto contempla la habilitación de diferentes obras (principalmente embalses superficiales y obras asociadas al mejoramiento de la red de distribución de agua por canales), el **área de influencia** para el componente flora y vegetación terrestre corresponden a toda aquella superficie donde se cortará o descepará vegetación producto de la habilitación y posterior operación de dichas obras, con lo cual, se considera un área que integra las zonas de empréstito, emplazamiento de sitios de embalse y obras de mejora a la red de conducción de canales, quedando delimitada por el Área de Influencia Total del Estudio.

5.2.1.3. Metodología

a) Levantamiento de Información Bibliográfica

Se levantó información bibliográfica sobre flora y vegetación terrestre para el Área de Estudio y ecosistemas aledaños y/o equivalentes, por medio de la revisión y consultas a autores que han realizado publicaciones, cuyos antecedentes contextualizan y describen a nivel nacional la flora y vegetación, así como también generan antecedentes descriptivos para el Área de Estudio. De igual forma, se registraron especies que fueron indicadas por actores locales en instancias de participación ciudadana.

Los antecedentes recopilados son la base para definir unidades/formaciones vegetales potenciales de relevancia sectorial y ambiental, con el objeto de determinar posible presencia de unidades de bosque nativo de preservación, plantaciones forestales que requieran un manejo especial y/o formaciones xerofíticas, todas las anteriores en el marco de la Ley 20.283 u otra aplicación de otro cuerpo legal.

Las especies de flora terrestre fueron clasificadas de acuerdo a su nombre, origen, forma de crecimiento y estado de conservación según los listados oficiales nacionales, es decir, los Decretos Supremos para Clasificación de Especies (según lo estipulado en el Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres, RCE, del 3 de junio del 2004), considerando los Trece procesos de clasificación vigentes (D.S. N° 151/2006 MINSEGPRES, D.S. N° 50/2008 MINSEGPRES, D.S. N° 51/2008 MINSEGPRES, D.S. N° 23/2009 MINSEGPRES, D.S. N° 33/2011 MMA, D.S. N° 41/2011 MMA, D.S. N° 42/2011 MMA, D.S. N° 19/2012 MMA, D.S. N° 13/2013 MMA, D.S. N° 52/2014 MMA, D.S. N° 38/2015 y D.S. Nº 16/2016).

b) Levantamiento de Información en Terreno

Se realizó una campaña de entre los días 17 y 20 de octubre de 2017, donde se prospectó el área de influencia del proyecto estableciéndose 12 estaciones de muestreo. Cada una de las estaciones fue georreferenciada mediante GPS, en sistema de coordenadas UTM, Datum WGS 84, Huso 19 Sur (Ver Cuadro 5.2.1.3-1).

CUADRO 5.2.1.3-1
LOCALIZACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO DE FLORA Y VEGETACIÓN TERRESTRE Y SUS AMBIENTES

Estación	Ubicación UTM 19s WGS 84	
	Este	Sur
TF-01	340.976	6.588.055
TF-02	345.881	6.590.015
TF-03	347.534	6.589.011
TF-04	348.846	6.592.104
TF-05	349.687	6.593.319
TF-06	350.153	6.593.294
TF-07	350.536	6.593.380
TF-08	337.012	6.585.890
TF-09	335.316	6.585.023
TF-10	331.156	6.586.171
TF-11	328.808	6.588.389
TF-12	349695	6.588.185

Fuente: Elaboración propia.

Se debe destacar que las estaciones de muestreo fueron agrupadas en cuatro zonas asociadas a los sectores de riego reconocidos dentro del Área de Estudio, los cuales se exponen en Informe Agroeconómico del presente Estudio (Ver Cuadro 5.2.1.3-2 y Figura 5.2.1.3-1).

El levantamiento de la información y la clasificación de las formaciones vegetales se realizó de acuerdo a una modificación de la metodología de la Carta de Ocupación de Tierras (COT), propuesta por Etienne y Prado (1982). Este método describe la vegetación desde una perspectiva fisionómica, para lo cual se determinaron los siguientes elementos: especies dominantes, estratificación de especies según su altura, cobertura total de la formación y de especies dominantes y la posición topográfica.

CUADRO 5.2.1.3-2
SECTORES INTERÉS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL RÍO MOSTAZAL

Sector	Ubicación	Estaciones de Muestreo	Estaciones de Trampeo
Sector 1	Desde Río Saso hasta San Miguel	TF-02, TF-04, TF-05, TF-06, TF-07	PM1
Sector 2	Sector de San Miguel	TF-03, TF-12	PM2
Sector 3	Desde San Miguel hasta Pedregal	TF-01	PM3
Sector 4	Desde Río Mostazal hasta río Grande	TF-08, TF-09, TF-10, TF-11	PM4

Fuente: Elaboración propia.

Considerando las características del Área de Estudio, se recorrieron los sectores de acceso fácil y seguro, en camioneta y en forma pedestre para identificar las unidades vegetales más representativas. Se recorrieron, además, zonas cercanas al área de influencia a través de los caminos de acceso, lo que permitió describir las formaciones dentro de un contexto global en el Área de Estudio. El enfoque fue determinar presencia y extensión de formaciones vegetacionales que requieran un manejo especial o sean de gran singularidad y relevancia para la protección de la diversidad.

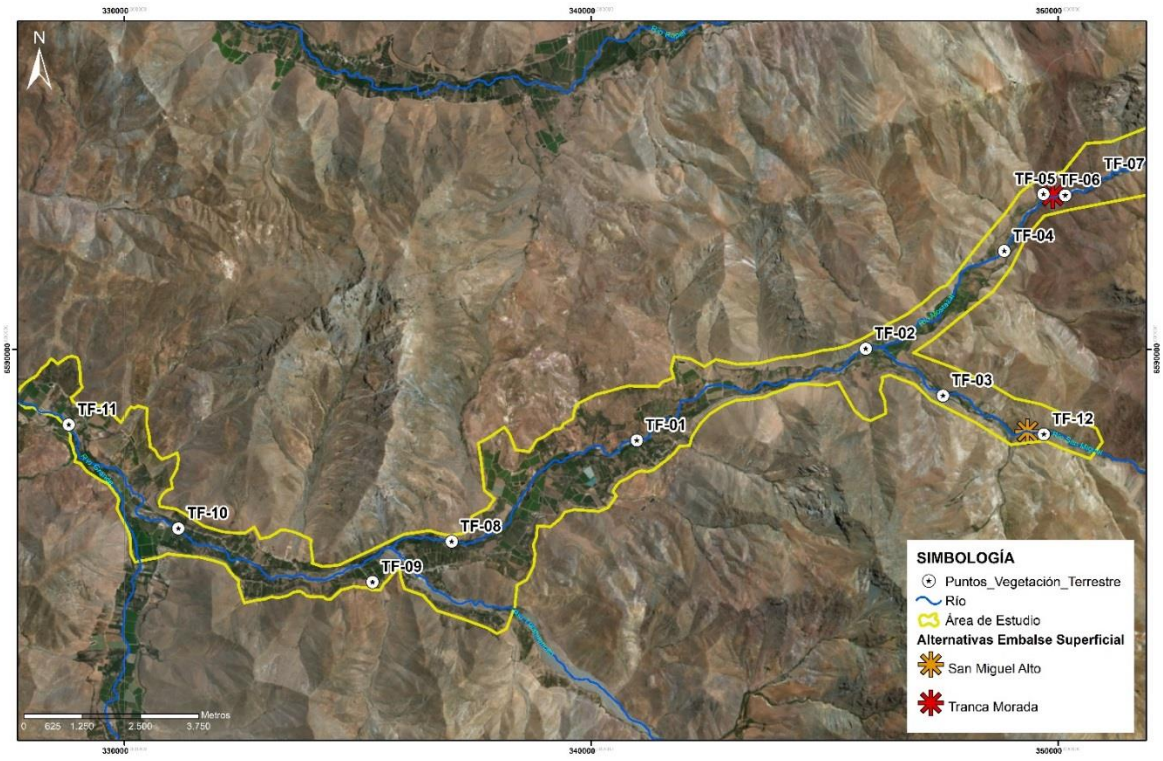


FIGURA 5.2.1.3-1
ESTACIONES DE MUESTREO FLORA Y VEGETACIÓN TERRESTRE
Fuente: Elaboración propia.

Cada formación observada se caracterizó en términos de su estratificación (tipos biológicos), cobertura y altura, posición topográfica, exposición y especies dominantes. Para la estratificación se utilizaron los tipos biológicos definidos por Godron y col. (1968) como base (herbáceo,

leñoso bajo, leñoso alto) y sobre éstos se sumará la información de las especies dominantes, las cuales se codificaron de acuerdo a la metodología de COT.

La cobertura de las especies se estimó visualmente en terreno, y las unidades clasificadas y cartografiadas se denominaron "formaciones vegetales". Para cada unidad vegetal se registraron las especies dominantes, que son aquellas que presenten la mayor cobertura según tipo biológico (Etienne y Prado, 1982), ver Cuadro 5.2.1.3-3.

CUADRO 5.2.1.3-3
RANGO DE VALORES PARA LA COBERTURA VEGETAL

Rango	Cobertura	Número
1 – 5%	Muy escasa	1
5 – 10%	Escasa	2
10 – 25%	Muy clara	3
25 – 50%	Clara	4
50 – 75%	Poco densa	5
75 – 90%	Densa	6
90 – 100%	Muy densa	7

Fuente: Godron y col. 1968; Etienne & Prado 1982.

Por otro lado, el registro de la flora vascular terrestre se realizó por observación directa en el Área de Estudio. Las especies observadas fueron colectadas y fotografiadas para su posterior verificación taxonómica en gabinete.

Se ejecutaron puntos de muestreo de flora, registrándolos con un GPS en DATUM WGS 84, Huso 19, generando un inventario de la flora. En cada punto de muestreo se realizaron inspecciones pedestres, estimando un índice de abundancia expresado en porcentajes para las especies más distintivas de cada punto.

Cabe destacar que, el registro de especies para el Área de Estudio consideró además el conocimiento local, registrándose las especies indicadas en instancias de participación ciudadana, las cuales fueron contrastadas tanto con los antecedentes bibliográficos como la información recabada en terreno.

5.2.1.4. Resultados

a) Levantamiento de Información Bibliográfica

a.1) Formaciones Vegetacionales

De acuerdo a Gajardo (1994), el área de influencia se ubica en la "Estepa altoandina de Coquimbo" por la zona este, y el "Matorral estepario interior" por la zona oeste (ver Figura 5.2.1.4-1). En la Estepa altoandina la fisionomía dominante de la vegetación es un matorral bajo y abierto (de baja cobertura), donde son representativas las comunidades de *Adesmia hystrix* y *Stipa chrysophylla* en los pisos bajos, y de *Adesmia echinus* y *Adesmia aegiceras* en los pisos superiores. Esta última es característica por la presencia de plantas en cojín, entre las que encuentra *Lauretia acaulis*. Por otro lado, el Matorral estepario se caracteriza por la presencia de comunidades dominadas por *Flourensia thurifera* y *Bridgesia incisaefolia*, que ocupan los llanos y serranías interiores, sin influencia directa de las neblinas costeras y, por lo tanto, con un carácter más xerofíticos de la vegetación, penetrando aquí algunos elementos del desierto que presentan una mayor preocupación para la conservación, como son *Cordia decandra*, *Krameria cistoidea* y *Prosopis chilensis*.

Por otro lado, las descripciones de Luebert y Pliscoff (2006) sitúan al área de influencia mayoritariamente dentro del "Matorral desértico mediterráneo interior de *Flourensia thurifera* y *Colliguaja odorífera*" y sólo una pequeña fracción más oriental del río Mostazal en el "Matorral bajo tropical – mediterráneo andino de *Adesmia hystrix* y *Ephedra breana*" (Ver Figura 5.2.1.4-2). El primer tipo de matorral corresponde a una formación abierta (de baja cobertura vegetacional), dominado por *F. thurifera* y *C. odorífera*, generalmente acompañadas de los arbustos *Bridgesia incisaefolia*, *Ophryosporus paradoxus, Proustia baccharoides*, *Senna coquimbensis* y *Ephedra chilensis*. Se destaca además la presencia de cactáceas, tales como *Opuntia berterii* y varias herbáceas, tanto anuales como perennes (por ejemplo, *Pasithaea coerulea* y *Erodium cicutarium*). En zonas degradadas, *Gutierrezia resinosa* se hace dominante. Además, se presenta un marcado efecto de la exposición solar, en las laderas de exposición norte, más áridas, donde la vegetación es muy abierta y *Heliotropium stenophyllum* es más frecuente, generalmente acompañado por cactáceas columnares como *Eulychnia acida* y *Echinopsis coquimbanus*, mientras que las laderas de exposición sur presentan algunos elementos más higrófilos (por ejemplo, *Cordia decandra* y *Porlieria chilensis*) y la densidad de la vegetación es mayor. Asociados a los cuerpos de agua superficial, es posible observar matorrales (con *Pleocarphus revolutus*) o bosques higromórficos (con *Salix humboldtiana* y *Maytenus boaria*). Asociados a cuerpos de agua y pantanos también es posible encontrar formaciones conformadas por *Drimys winteri*, *Luma chequen* y *Tessaria absinthioides*. Adicionalmente, en los bajos de ladera, cerca de las quebradas se encuentra una franja de espinales, dominados por *Acacia caven*.

Un estudio ejecutado en la cuenca adyacente al norte de la del río Mostazal, en la cuenca del río Rapel (MOP-DOH, 2015), se identificó que la zona de ríos y laderas xerofíticas se compone principalmente por matorrales (49,3% de la superficie de estudio), seguido de bosques (24,7%), terrenos agrícolas (18,5%) y praderas (7,5%). En específico, se identificaron bosques de arrayanes (*Luma apiculata*), de *Maytenus boaria* - *Salix humboldtiana*, estepas de Espino (*Acacia caven*), matorrales higrófilos asociados a los cuerpos de agua, y formaciones xerofíticas de cactáceas.

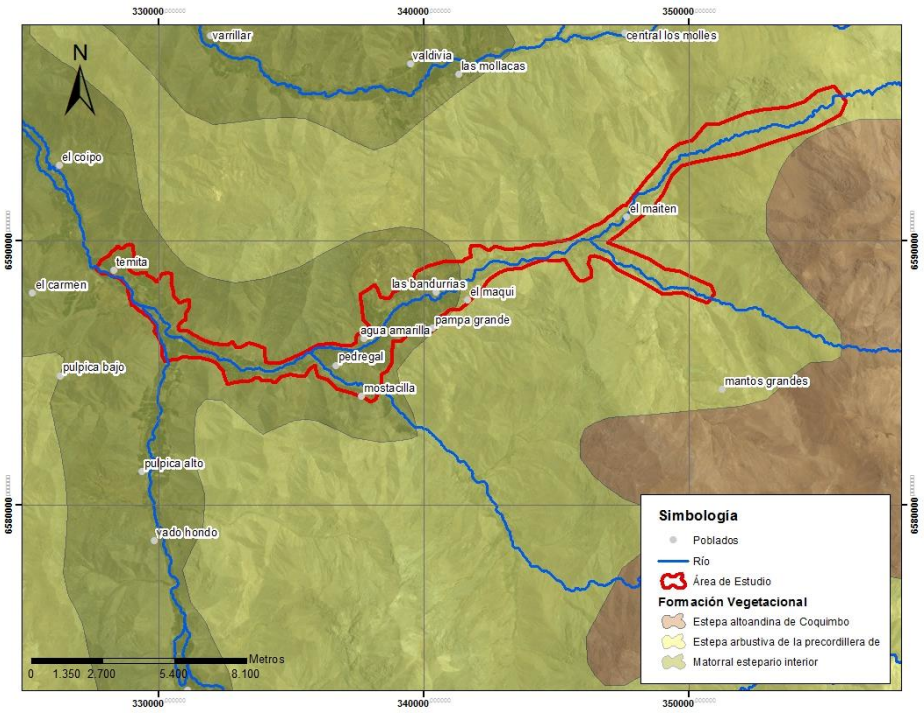


FIGURA 5.2.1.4-1
DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN EN EL ÁREA DE ESTUDIO, SEGÚN GAJARDO (1994)
Fuente: Elaboración propia, a partir de Base SIG del Ministerio de Medio Ambiente.

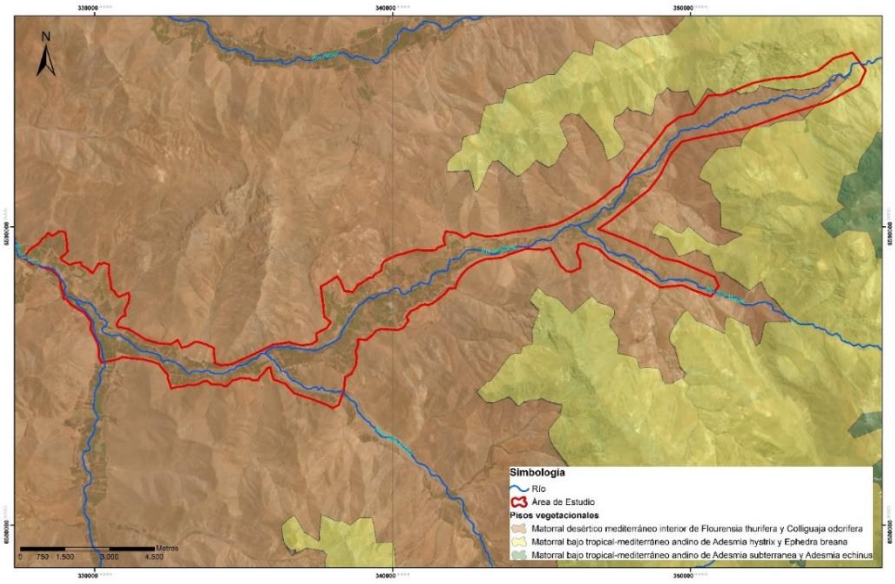


FIGURA 5.2.1.4-2
DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN EN EL ÁREA DE ESTUDIO, LUEBERT Y PLISCOFF (2006)
Fuente: Elaboración propia, a partir de Base SIG del Ministerio de Medio Ambiente.

En un segundo estudio ejecutado en la cuenca del río Chalinga (cuenca del Choapa, inmediatamente al sur de la cuenca del Limarí) (CNR, 2012), se identificó en la zona de ribera vegetación

boscosa con presencia de *Quillaja* saponaria*, Luma chequen, Maytenus boaria, Aristotelia chilensis, Drimys winteri, Eucalyptus sp., Lithrea caustica* y *Populus sp.*

Finalmente, un tercer estudio ejecutado en la quebrada del río Sasso, localizado en la parte alta del Mostazal, identificó la presencia de bosque en las zonas aledañas al río y vegas altoandinas en las zonas de menor densidad vegetacional (cerros de mayor altura). Dada la localización del presente Proyecto, se incluye en el presente informe la caracterización del bosque, en el que, según este estudio, es posible encontrar 47 especies de flora silvestre agrupadas en 27 familias, en su mayoría herbáceas (44,7%) y arbustivas perennes (31,9%). El bosque estudiado en tres sectores del río Sasso indicó que éste está predominantemente constituido por árboles y arbustos, mientras que los subarbustos perennes y suculentas representan un 6,4% del total de las especies. El total de especies encontradas se agrupa en 27 familias. La familia con mayor número de especies registradas es Asteraceae (Compuestas) lo que representó un 18,3% del total de especies. Seis especies están representadas por la familia Poaceae lo que corresponde a un 12,5 %. Otra familia con un importante número de especies fue Solanaceae que representa un 8,3% del total de especies.

a.2) Flora Potencial

Según la información recopilada, la flora que se presenta en el Área de Estudio corresponde a especies pertenecientes a formaciones de matorral y estepa, cuyos representantes más conspicuos se detallan en la Anexo 5-2. El mayor número de especies corresponden a herbáceas y arbustivas, cada una constituyendo un 41,7% de la flora potencial, seguidas de árboles (11,1%) y suculentas (5,6%).

La mayoría de las especies potenciales son nativas de Chile (94,4%), mientras que el resto 5,6% es introducida o exótica. De las especies potenciales, el 24,3% es endémica del territorio nacional, destacando el estrato de especies suculentas (ver Gráfico 5.2.1.4-1 y Anexo 5-2).

Respecto de la protección de especies nativas para el territorio nacional, un 9% de las especies potenciales se encuentra dentro de alguna categoría de conservación, destacando la potencial presencia del Palo gordo, (*Carica chilensis*), clasificado como “Vulnerable” (D.S. 50/2008 MINSEGPRES); el Guayacán (*Porlieria chilensis*), clasificado como “Vulnerable” (D.S. 51/2008 MINSEGPRES); el Algarrobo (*Prosopis chilensis*), clasificado como “Vulnerable” (D.S. 13/2013 MMA); el Carbonillo (*Cordia decandra*), clasificado como “ Casi amenazada” (D.S. 42/2011 MMA) y de las cactáceas Quisco (*Echinopsis chiloensis*), clasificada como “Casi amenazada” (D.S. 41/2011 MMA); Quisco coquimbano (*Echinopsis coquimbana*), clasificada como “Casi amenazada” (D.S. 41/2011 MMA); del Gatito (*Maihueniopsis ovata*), clasificada como “Casi amenazada” (D.S. 19/2012 MMA) y del Leoncito (*Maihueniopsis glomerata*), clasificada como “Casi amenazada” (D.S. 13/2013 MMA). Ver Gráfico 5.2.1.4-2.

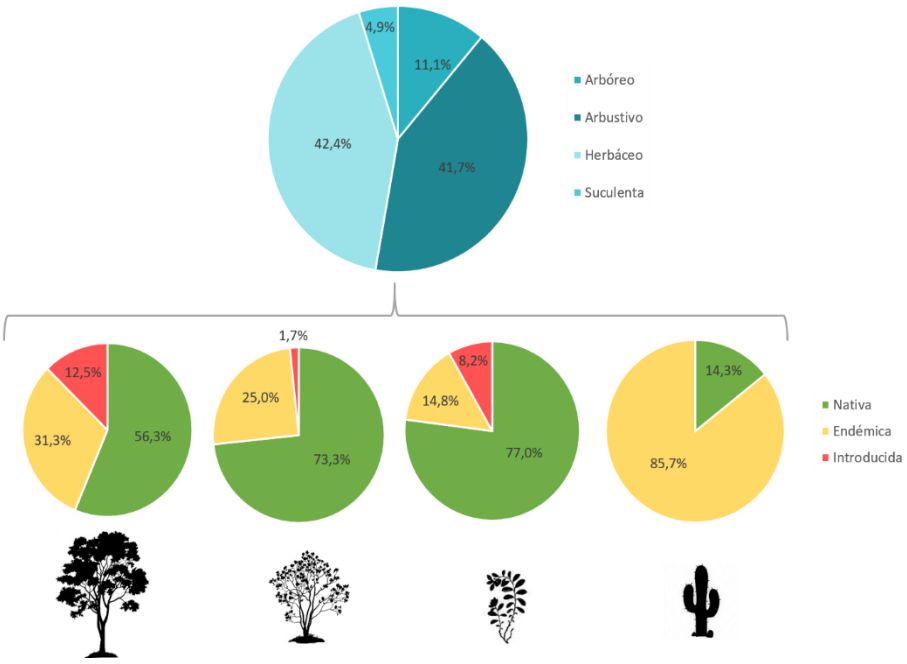


GRÁFICO 5.2.1.4-1
COMPOSICIÓN POR ESTRATO Y ORIGEN DE LA FLORA POTENCIAL
Fuente: Elaboración propia.

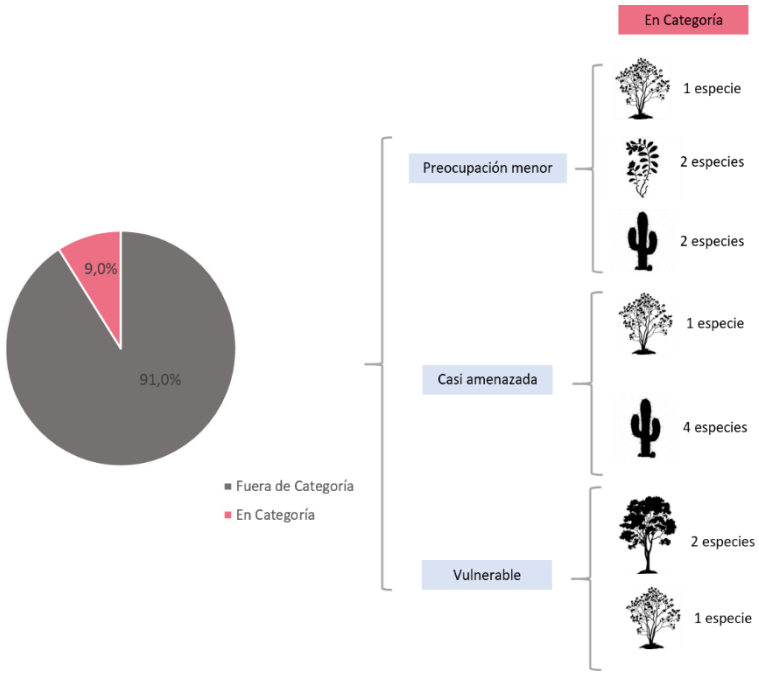


GRÁFICO 5.2.1.4-2
ESPECIES POTENCIALES DENTRO DE CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN.
Fuente: Elaboración propia.

b) Levantamiento en Terreno

b.1) Vegetación Terrestre

De acuerdo a las observaciones realizadas en terreno y a la fotointerpretación, el área de influencia del Proyecto desde el punto de vista vegetacional, se caracteriza por estar altamente fragmentada, principalmente en la zona central del valle del río Mostazal, encontrando desde zonas de matorral arborescente, principalmente en las cercanías del río, amplias zonas de cultivos y zonas desprovistas de vegetación, correspondientes principalmente a poblados rurales. Hacia las laderas de los cerros, se observan zonas de cultivos y, mayoritariamente, zonas de matorral y herbáceas, sobre todo hacia los sectores 1 y 4. En ciertos sectores, como en el sector de Mostacilla (río Tulahuencito) y hacia río Grande, es posible observar zonas de matorral abierto, las cuales corresponden a zonas de matorral en medio de suelos pedregosos o desnudos (Cuadro 5.2.1.4-1; Fotografía 5.2.1.4-1).

CUADRO 5.2.1.4-1
FORMACIONES VEGETACIONALES PRESENTES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA

Formación Vegetal	Superficie (ha)	Superficie (%)
Matorral arborescente	747,9	18,7
Matorral	1.524,8	38,1
Matorral abierto	104,2	2,6
Cultivos	1.571,6	39,3
Zonas desprovistas de vegetación	51,5	1,3
Total	**4.000,0**	**100,0**

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la formación vegetacional, cobertura, altura y especies dominantes, los puntos de muestreo se pueden describir de acuerdo al Cuadro 5.2.1.4-2, en tanto en Figura 5.2.1.4-3 se presenta la carta de ocupación de tierra del Área de Estudio.



Matorral arborescente



Matorral



Matorral Abierto



Cultivo



Zona desprovista de vegetación

FOTOGRAFÍA 5.2.1.4-1
FORMACIONES VEGETACIONALES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

Fuente: Equipo Consultor.

CUADRO 5.2.1.4-2
DESCRIPCIÓN COT DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

Punto de Muestreo	Descripción COT
TF-01	Matorral poco denso de *Fabiana imbricata*
TF-02	Matorral denso arborescente de *Salix babylonica*
TF-03	Matorral poco denso arborescente de *Baccharis salicifolia* y *Maytenus boaria*
TF-04	Matorral poco denso arborescente de *Kageneckia oblonga*
TF-05	Matorral poco denso de *Acacia caven*
TF-06	Matorral claro arborescente de *Colliguaja odorifera*
TF-07	Matorral poco denso arborescente de *Luma chequen*
TF-08	Matorral muy denso arborescente de *Salix babylonica*
TF-09	Matorral denso de *Maytenus boaria*
TF-10	Matorral poco denso arborescente de *Salix humboldtiana*
TF-11	Matorral denso arborescente de *Salix babylonica* y *S. humboldtiana*
TF-12	Matorral claro arborescente de *Acacia caven* y *Populus sp.*

Fuente: Elaboración propia.

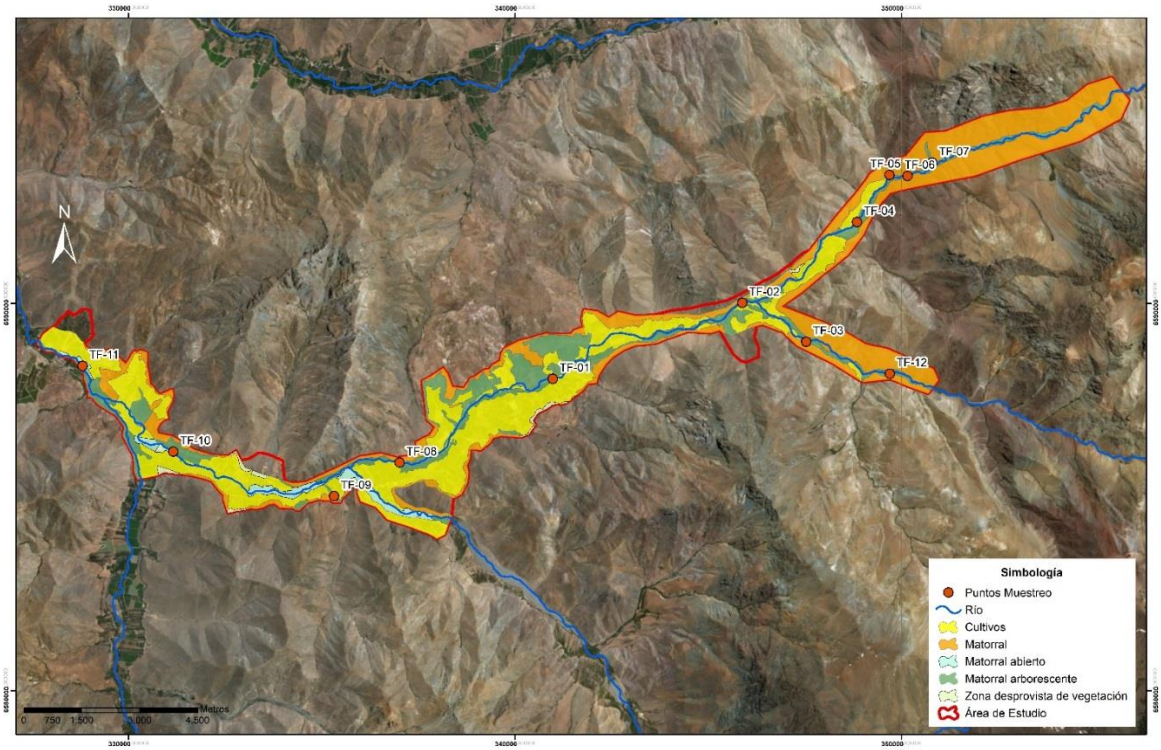


FIGURA 5.2.1.4-3
CARTA DE OCUPACIÓN DE TIERRAS DEL ÁREA DE INFLUENCIA
Fuente: Elaboración propia.

b.2) Flora

En el área de influencia para flora terrestre, se registró un total de 51 especies, distribuidas en 30 familias, de las cuales las más representativas son Asteraceae, Fabaceae, Cactaceae y Poaceae (Anexo 5-2). La flora presente está dominada principalmente de especies herbáceas, seguidas de especies arbustivas y arbóreas, registrándose tres especies suculentas, *Eriosyce aurata, Maihueniopsis ovata* y *Trichocereus chiloensis* (Gráfico 5.2.1.4-3)

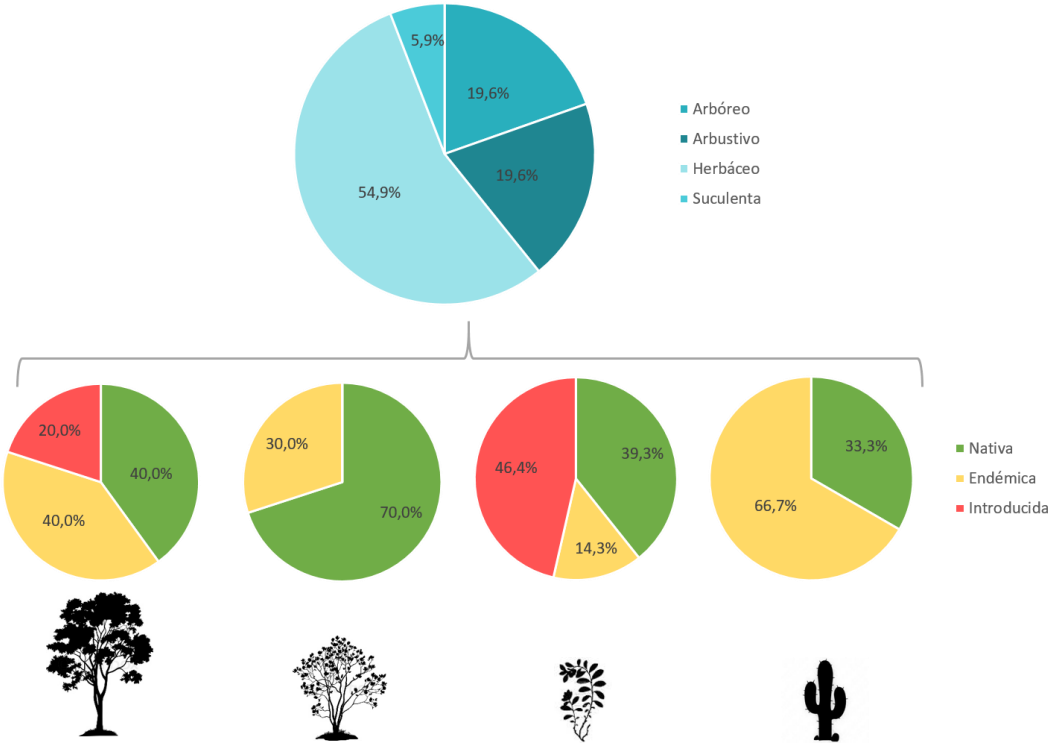


GRÁFICO 5.2.1.4-3
COMPOSICIÓN DE ESPECIES DE FLORA TERRESTRE REGISTRADA PARA EL ÁREA DE INFLUENCIA
Nota: Se detallan los estratos y el origen biogeográfico

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la riqueza, destacan los puntos TF-03 y TF-07 con 15 y 14 especies registradas respectivamente (ver Anexo 5-2). Dentro de las especies registradas, destacan *Acacia caven, Baccharis salicifolia, Baccharis linearis y Cestrum parqui* (Fotografía 5.2.1.4-2).

En el Anexo 5-2 "Base Medio Biótico Registro Terreno", se detallan los índices de abundancia de las especies más representativas por punto de muestreo, junto con las coberturas y alturas alcanzadas.



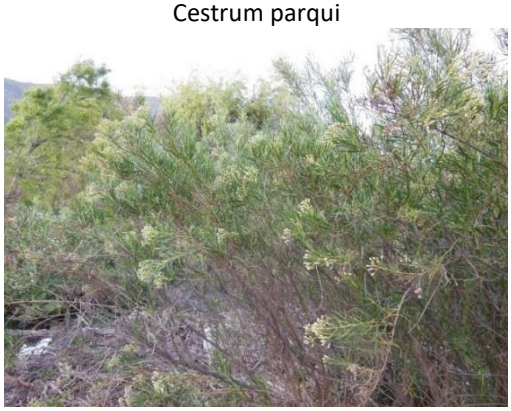
Acacia caven



Cestrum parqui



Eriosyce aurata



Baccharis salicifolia

FOTOGRAFÍA 5.2.1.4-2
ESPECIES REGISTRADAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA
Fuente: Equipo Consultor

b.3) Endemismo

Dentro de la flora terrestre registrada en las estaciones de muestreo, 36 especies son de origen nativo (70,6%) y dentro de éstas, 13 especies son endémicas, mientras que el restante 29,4% corresponde a especies introducidas. De las especies endémicas, la mayoría corresponde a los estratos arbóreos y herbáceos, representados por especies tales como *Prosopis chilensis, Kageneckia angustifolia* y *Calceolaria glandulosa* (Ver Fotografía 5.2.1.4-3).



Calceolaria glandulosa



Prosopis chilensis

FOTOGRAFÍA 5.2.1.4-3
ESPECIES ENDÉMICAS REGISTRADAS

Fuente: Equipo Consultor.

b.4) Registro de Especies Vegetales de Conocimiento Local

De las indicaciones aportadas por actores locales respecto a la vegetación presente en el Área de Estudio, se registraron 11 especies que destacan en el conocimiento local, relevándose por su importancia ecosistémica, paisajística o cultural. Las especies vegetales en cuestión corresponden a:

- Maqui (*Aristotelia chilensis*): Especie registrada en el Área de Estudio en bibliografía, sin que se haya registrado en inspecciones de terreno. Actores locales relevan su importancia considerando que a pesar de que es una especie de mayor abundancia en el sur, crece de manera natural en este valle. Se indica que es una especie que crece en zonas húmedas. Posiblemente su presencia se limita a poblaciones aisladas dentro del Área de Estudio.

- Maitén (*Maytenus boaria*): Especie registrada en el Área de Estudio por antecedentes bibliográficos e inspección de terreno. De acuerdo a actores claves, su importancia radica en potenciar la identidad territorial de los actores locales, considerando la presencia del poblado llamado “El Maitén”. De igual forma se agrega un valor paisajístico con su presencia.

- Arrayán (*Luma apiculata*): Especie registrada en el Área de Estudio en bibliografía. En terreno si bien no se constató la presencia de esta especie, se registró la presencia del arrayán blanco (*Luma chequen*). Actores locales dan cuenta de su importancia ya que es considerado un depurador natural del agua. Se señala además que en la parte baja del valle, ya no existen poblaciones de esta especie.

- Sauce Chileno o Amargo y Sauce Llorón (Salix humboldtiana - Salix babylonica): Sólo el primero de estos se registra en bibliografía para el Área de Estudio, en tanto ambas especies fueron registradas en inspección de terreno.

- Olivillo (*Aextoxicon punctatum*): Especies no registrada en Bibliografía para el Área de Estudio, ni tampoco fue registrada en inspecciones de terreno. Por indicaciones de actores locales se señala su presencia en el sector "Caracoles Altos".

- Chañar (*Geoffroea decorticans*): Esta especie no se encuentra reportada en registros bibliográficos para el Área de Estudio, ni tampoco fue registrada en inspecciones de terreno. Se estima su presencia con individuos poblaciones aisladas de esta especie.

- Abrojo (*Acaena splendens*): Esta especie no se encuentra reportada en registros bibliográficos para el Área de Estudio, ni tampoco fue registrada en inspecciones de terreno. Se estima su presencia con individuos poblaciones aisladas de esta especie.

- Guayacán (*Porlieria chilensis*): Especie registrada en el Área de Estudio en bibliografía, sin que se haya registrado en inspecciones de terreno. Se estima su presencia con individuos poblaciones aisladas de esta especie.

- Espino (*Acacia caven*): Especie registrada en el Área de Estudio por antecedentes bibliográficos e inspección de terreno.

- Carbonillo (*Cordia decandra*): Especie registrada en el Área de Estudio por antecedentes bibliográficos, sin que se haya registrado en inspecciones de terreno. Actores locales dan cuenta de su importancia ecosistémica por ser parte de la dieta alimentaria del Loro Tricahue.

- Cactus: Se identifican en bibliografía y terreno diversas especies de cáctus en el Área de Estudio.

5.2.1.5. Conclusión y Determinación de Sensibilidad Ambiental

Las formaciones vegetacionales originales del área de influencia estudiada se encuentran altamente fragmentadas, principalmente en la zona del valle del río Mostazal, correspondiendo a sectores rurales con amplias zonas de cultivos y zonas de matorral arborescente.

De las especies registradas, el 54,9% corresponde a herbáceas, destacando la presencia de *Brassica rappa*, seguido de los estratos arbustivo, arbóreo y suculento. De acuerdo a bibliografía, este último estrato (Suculento) es mayoritario también, pero en proporción similar al arbustivo.

Se registraron 13 especies endémicas, representando a un cuarto de las especies registradas. Destacan por su alto endemismo las especies suculentas, tal como se describe en los antecedentes bibliográficos. Sin embargo, en el estrato herbáceo se registró una mayor proporción de especies introducidas (46,4%), distinto a lo que se esperaba por bibliografía.

Respecto de la protección de especies nativas para el territorio nacional, se registraron cinco especies pertenecientes a los estratos arbóreos y suculentas en los 4 sectores en estudio, destacando en los sectores del río Sasso y San Miguel especies suculentas como *Eriosyce aurata*,

Maihueniopsis ovata y *Trichocereus chiloensis*, y en el río Mostazal presencia de *Prosopis chilensis*, encontrándose en mayor abundancia en TF-01 (50 - 75%).

En el área de influencia, se registró la presencia de especies xerofíticas en los 12 puntos de muestreo, tales como Colliguay, Espino, Quisco, *Baccharis sp*., entre otras. Debido a esto, es necesario realizar un inventario acabado en los sitios específicos a intervenir, para determinar si se registra una formación xerofítica como tal, la cual está definida para la región como una superficie mínima de 1 ha, ancho de 40 m y/o una densidad de 300 individuos por hectárea.

Así mismo, se registraron formaciones de bosque nativo con cierto grado de intervención, por lo que se debe evaluar de forma más precisa la flora y vegetación presente en las zonas que pudieran verse afectadas por las intervenciones del Proyecto. Cabe señalar que en áreas donde se registre más de un 10% de cobertura y como mínimo un área de 5.000 m^2, se hace necesaria la presentación de un plan de manejo. Dentro de los puntos de muestreo, la mayoría de las especies representativas son arbóreas y arbustivas, con coberturas mayores al 25%.

Finalmente, de acuerdo a lo descrito anteriormente, son de especial interés debido a las obras proyectadas (embalses y canalizaciones), las zonas representadas por los puntos de muestreo TF-05, TF-06, TF-07 (Sector 1), TF-03, TF-12 (Sector 4), TF-01 (Sector 2), TF-09 y TF-10 (Sector 3). De este modo, se recomienda tener en consideración estas observaciones una vez que se establezca el trazado definitivo de las obras.

La sensibilidad ambiental queda definida de acurdo a lo expuesto en el Cuadro 5.2.1.5-1, en consideración a los antecedentes que se tienen a la fecha.

CUADRO 5.2.1.5-1
SENSIBILIDAD AMBIENTAL COMPONENTE FLORA Y VEGETACIÓN TERRESTRE

Alternativa	FE	Justificación	N	Justificación	IE	V	Justificación	S
TM	5	Los registros catastrados dan cuenta de formaciones vegetales y especies de flora de importancia ecológica dentro del Área de Estudio (algunas de ellas endémicas) y que además se encuentran protegidas y sujetas a planificación según la legislación ambiental vigente.	5	Si bien no se reconocen sitios inalterados en torno a su vegetación, se han identificado formaciones vegetales con especies nativas. Esta situación se presenta principalmente en el lecho de río, lugar de alto impacto en los sitios de evaluación para emplazamiento de embalse superficial. Particularmente en Sector 1 mantiene una categoría de uso natural.	**5**	**4**	De las **29 especies** de flora identificadas, 3 de ellas mantienen alguna categoría de conservación. En estado **vulnerable** se encuentra *Eriosyce aurata*, siendo una especie endémica; En estado Casi Amenazada se encuentra *Kageneckia angustifolia* y , *Trichocereus chiloensis*, siendo ambas especies endémicas.	**4,5**
SM_a	5		4	Si bien no se reconocen sitios inalterados en torno a su vegetación, se han identificado formaciones vegetales con especies nativas. Esta situación se presenta principalmente en el lecho de río, lugar de alto impacto en los sitios de evaluación para emplazamiento de embalse superficial. Particularmente en Sector 4 mantiene una categoría de uso Ganadero (eventual).	**4.5**	**5**	De las **18 especies** de flora identificadas, 4 de ellas mantienen alguna categoría de conservación. En estado **vulnerable** se encuentra *Eriosyce aurata*, siendo una especie endémica; En estado Casi Amenazada se encuentra *Kageneckia angustifolia , Trichocereus chiloensis*, y *Maihueniopsis ovata*, siendo las dos primeras especies endémicas y la última de ellas nativa.	**4,75**
MEJ_COND	3	La importancia ecológica de la vegetación colindante bajo cota de canales es menor, considerando su baja representatividad y el alto grado de intervención de esta por actividades antrópicas.	3	La vegetación bajo cota de canal por lo general se asocia a especies introducidas, y mayoritariamente naturalizadas con representación de especies herbáceas y arbustivas.	**3**	**3**	El alto grado de intervención del área asociada a esta alternativa de mejora, se vincula en mayor medida a especies introducidas sin problemas de conservación. De igual forma es posible encontrar en ciertos sectores colindantes a la red de canales, comunidades vegetales xerófitas con alguna categoría de conservación, como es el caso de las suculentas: Asiento de la suegra (*Eriosyce aurata*, "Vulnerable"); Gatito (*Maihueniopsis ovata*, "Casi amenazada"); y el Quisco (*Trichocereus chiloensis*, "Casi amenazada").	**3**

Nota: FE: Función Ecológica; N: Naturalidad; IE: Importancia Ecológica; V: Vulnerabilidad; S: Sensibilidad

TM: Tranca Morada; SM_a: San Miguel Alto; MEJ_COND: Mejoramiento de la Conducción.

Fuente: Elaboración propia.

5.2.2. Fauna Terrestre

5.2.2.1. Antecedentes Generales

En el presente componente se describen los antecedentes recopilados sobre el componente Fauna de vertebrados en el Área de Estudio del Proyecto. Tales antecedentes han sido elaborados en base a la recopilación de información bibliográfica, la que fue corroborada con una campaña de terreno realizada en el mes de septiembre del 2017, de acuerdo a programación inicial del EAA. Los objetivos de la caracterización de la fauna terrestre corresponden a:

- Describir la fauna vertebrada terrestre del Área de Estudio.
- Determinar las especies de fauna vertebrada terrestre en estado de amenaza.

5.2.2.2. Área de Influencia

El **área de influencia** para la fauna terrestre se encuentra circunscrita a los límites del Área de Intervención producto de la habilitación y posterior operación de las obras propuestas, con lo cual, se considera un área que integra las zonas de empréstito, emplazamiento de sitios de embalse y obras de mejora a la red de conducción de canales. Cabe señalar que, si bien se contemplan sitios puntuales de intervención producto del desarrollo de actividades y del emplazamiento de las obras proyectadas, los efectos de estas repercuten en un área de extensión mayor, por los cual se considera un buffer de 200 m sobre el área de influencia directa, atendiendo la movilidad que presentan algunas especies.

5.2.2.3. Metodología

a) Levantamiento de Información Bibliográfica

Se levantó información bibliográfica sobre la fauna terrestre asociada al área de influencia del Proyecto, por medio de la revisión de Líneas Base en el SEIA, publicaciones científicas, tanto nacionales como internacionales, y documentos técnicos emitidos por entes del gobierno (SAG y MMA).

Se elaboró una lista de especies potenciales de encontrar en la zona de estudio, la que será de utilidad para dirigir los esfuerzos de muestreo de la campaña de terreno a realizar en invierno del 2017. Para la realización de la lista mencionada se utilizaron fuentes bibliográficas y *online* avaladas por el Ministerio del Medio Ambiente (Ver Cuadro 5.2.2.3-1).

CUADRO 5.2.2.3-1
FUENTES BIBLIOGRÁFICAS DE FAUNA TERRESTRE

Componente	Literatura
Aves	Jaramillo (2005), Aves de Chile (2016), Couve et al. (2016), Ebird (2017).
Anfibios	Vidal y Labra (2008), Rabanal y Núñez (2008).
Reptiles	Pincheira – Donoso y Núñez (2005), Vidal y Labra (2008), Demangel (2016).
Mamíferos	Muñoz-Pedreros y Yánez (2000), Galaz y Yáñez (2006), Iriarte (2008).

Fuente: Elaboración propia.

Las especies potenciales fueron clasificadas de acuerdo a su nombre común y científico, y al estado de conservación según los listados oficiales nacionales, es decir, los Decretos Supremos para Clasificación de Especies (según lo estipulado en el Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres, RCE, del 3 de junio del 2004), considerando los doce procesos de clasificación vigentes (D.S. N° 151/2006 MINSEGPRES, D.S. N° 50/2008 MINSEGPRES, D.S. N° 51/2008 MINSEGPRES, D.S. N° 23/2009 MINSEGPRES, D.S. N° 33/2011 MMA, D.S. N° 41/2011 MMA, D.S. N° 42/2011 MMA, D.S. N° 19/2012 MMA, D.S. N° 13/2013 MMA, D.S. N° 52/2014 MMA, D.S. N° 38/2015 MMA y D.S. Nº 16/2016 MMA).

b) Levantamiento de Información en Terreno

b.1) Antecedentes Generales

Se realizó el reconocimiento del área de influencia mediante fotointerpretación y una prospección general del área, con la finalidad de definir e identificar los tipos de ambientes presentes, ya que la diversidad ambiental determina los distintos niveles de disponibilidad de recursos, los que a su vez definen la presencia de diferentes comunidades faunísticas. El criterio para definir dichos ambientes fue el grado de representatividad dentro del área de influencia, la presencia de cuerpos de agua, la fisonomía de la vegetación y su origen (natural o antrópico). Se establecieron 12 estaciones de muestreo dentro del área de influencia del proyecto. Cada una de las estaciones fue georreferenciada mediante GPS, en sistema de coordenadas UTM, Datum WGS 84, Huso 19 Sur. En cada estación, se realizaron conteos puntuales de aves, transectos lineales de para reptiles, búsqueda exhaustiva de signos de mamíferos y búsqueda dirigida de anfibios (puntos de esteros y zonas con agua). Además, se realizó un muestreo nocturno de anfibios y aves rapaces nocturnas a través de Playback, como se detalla en el Cuadro 5.2.2.3-2.

Los criterios para ubicar las estaciones de muestreo de fauna fueron los siguientes:

- Representación en los ambientes definidos.
- Ubicación y acceso dentro del área de influencia.
- Distribución proporcional y homogénea en el área de influencia.

Se debe destacar que las estaciones de muestreo fueron agrupadas en cuatro sectores de interés de acuerdo a lo solicitado por el “Mandante” y respecto a los afluentes y las secciones evaluadas del río Mostazal (Ver Cuadro 5.2.2.3-3; Figura 5.2.2.3-1). En Anexo 5-3 se presenta la solicitud para muestreo de fauna terrestre en Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) y Resolución de Permiso.

Cabe destacar que, el registro de especies para el Área de Estudio consideró además el conocimiento local, registrándose las especies indicadas en instancias de participación ciudadana, las cuales fueron contrastadas tanto con los antecedentes bibliográficos como la información recabada en terreno.

CUADRO 5.2.2.3-2
ESTACIONES DE MUESTREO FAUNA TERRESTRE

Estación	Ubicación UTM 19s WGS 84		Metodología Empleada
	Este	Sur	
F1	341.123	6.587.716	Transecto/Nocturno
F2	345.881	6.590.015	Transecto
F3	347.568	6.589.006	Transecto
F4	349.091	6.592.417	Transecto
F5	349.687	6.593.319	Transecto
F6	350.153	6.593.294	Transecto
F7	350.536	6.593.380	Transecto
F8	337.012	6.585.890	Transecto
F9	335.316	6.585.023	Transecto/Nocturno
F10	331.458	6.586.300	Transecto
F11	328.571	6.589.222	Transecto
F12	329.191	6.588.549	Transecto
PM1	347.767	6.591.155	Trampa Sherman
PM2	350.040	6.588.029	Trampa Sherman
PM3	342.060	6.589.183	Trampa Sherman
PM4	332.857	6.585.373	Trampa Sherman

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 5.2.2.3-3
SECTORES INTERÉS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL RÍO MOSTAZAL

Sector	Ubicación	Estaciones de Muestreo	Estaciones de Trampeo
Sector 1	Desde Río Saso hasta San Miguel	F2, F4, F5, F6, F7	PM1
Sector 2	Sector de San Miguel	F3	PM2
Sector 3	Desde San Miguel hasta Pedregal	F1	PM3
Sector 4	Desde Río Mostazal hasta río Grande	F8, F9, F10, F11, F12	PM4

Fuente: Elaboración propia.

Para la caracterización de las especies de fauna, se efectuó una prospección exhaustiva en las estaciones de muestreo, durante dos días en horario diurno (de 9:00 hrs a 19:00 hrs) y nocturno cuando correspondió (de 19:30 hrs a 22 hrs).

Cada especie identificada fue clasificada según nombre científico, nombre común, origen y categoría de conservación, según listados oficiales. Las especies clasificadas en categoría de conservación fueron georreferenciadas y cartografiadas de manera general.

La campaña de terreno consideró la captura de animales, por lo cual se solicitó el permiso de captura de fauna silvestre otorgado por el Servicio Agrícola Ganadero (SAG), con Resolución Exenta Nº 4208 del 16 de junio de 2017 (ver Anexo 5-3).

La metodología empleada para caracterizar la fauna presente en el área de influencia fue específica para cada grupo, tal como se indica a continuación.

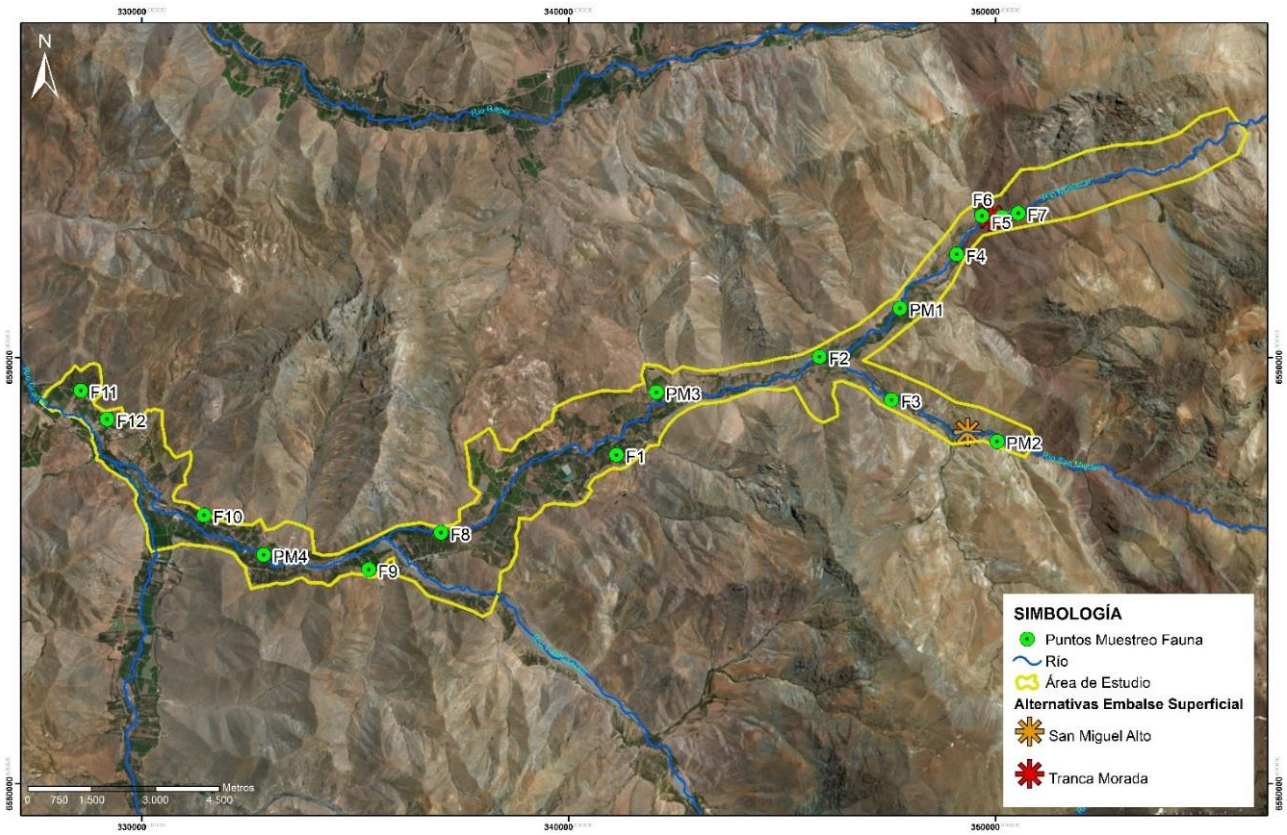


FIGURA 5.2.2.3-1
ESTACIONES DE MUESTREO FAUNA TERRESTRE
Fuente: Elaboración propia.

b.2) Aves

Se realizaron transectos de observación, a simple vista y mediante binoculares. Los transectos fueron de 200 m de largo y 20 m de ancho a cada lado aproximadamente.

El registro de aves se realizó mediante métodos directos e indirectos de identificación. A través del registro directo se llevó a cabo el método de conteos puntuales, debido a su eficacia cuantitativa. Éste consiste en conteos en puntos predefinidos a los cuales se ingresa causando la mínima perturbación para no alterar la densidad de aves en el lugar (Ralph et al., 1996), esperando cinco minutos antes de comenzar el conteo, para que la actividad de las aves vuelva a la normalidad, posteriormente se registra durante los siguientes cinco minutos a todos los individuos detectados en un radio de 20 m (Gibbons y Gregory, 2006), obteniendo de esta forma la abundancia relativa. Todos los conteos fueron realizados durante las primeras horas del día y al atardecer, que es el periodo en donde las aves presentan un mayor grado de actividad. Para el método y la identificación de las aves se utilizó uno binocular marca Bushnell 10x50 y una libreta de campo para anotar las especies divisadas u oídas. El método indirecto de registro se basó en el hallazgo de plumas, huellas, egagrópilas, huevos, nidos y restos óseos.

b.3) Herpetofauna

Para detectar la presencia de reptiles se realizó una búsqueda en los ambientes frecuentados por estos animales. El objetivo en cada sitio fue realizar un inventario completo de especies. Las técnicas de muestreo comprendieron la realización de búsquedas activas ("Visual Encounter Surveys") durante el día. La identificación de especies se realizó en el lugar o mediante registro fotográfico.

Para estimar la abundancia de reptiles, se realizaron transectos de 200 m de longitud y 10 m de ancho para cada punto de muestreo, de este modo se registraron todos los individuos detectados a lo largo del transecto. Como complemento se realizó una búsqueda no sistemática en lugares propicios para la presencia de reptiles como, por ejemplo, debajo de rocas, troncos, hojarasca y pircas de rocas.

Para la detección de anfibios, se realizó una búsqueda activa y dirigida en lugares propicios para su presencia en campañas diurnas y nocturnas. La campaña diurna se enfocó principalmente en la búsqueda de adultos o de larvas en zonas con cuerpos de agua, vegetación ribereña asociada y refugios potenciales, a través de la metodología de transectas de largo fijo (200 m).

Adicionalmente, para evaluar la presencia o ausencia de anfibios en los puntos de muestreo, se realizó un monitoreo nocturno a través de la metodología de playback o de reproducción de vocalizaciones de canto en búsqueda de respuesta (Penna, 2010). El resultado de esta metodología se midió mediante la presencia o ausencia de respuesta a la llamada. Las vocalizaciones fueron emitidas durante 30 segundos, con un tiempo de escucha de 30 segundos. Para la emisión de los llamados se utilizó una Tablet con un parlante amplificador del sonido, el cual posee una potencia real de amplificación RMS de entre 17-18 watts. Esto se repitió tres veces para cada una de las especies. En total se realizaron 3 puntos de "play back" de anfibios, entre las 19:30 y 22:00 horas.

Se utilizaron vocalizaciones de las siguientes especies: *Rhinella arunco* (sapo de rulo), *Rhinella spinul*osa (sapo espinoso), *Calyptocephalella ga*yi (rana chilena), Batrachyla taeniata (rana de ceja), *Alsodes nodo*sus (sapo arriero) y *Pleurodema thaul* (sapo de cuatro ojos).

b.4) Mamíferos

Se realizó una búsqueda dirigida de los signos de su presencia. Las técnicas de muestreo comprendieron la realización de búsquedas activas ("Visual Encounter Surveys") durante el día (presencia directa) y la detección de forma indirecta, a través de: restos óseos, huellas frescas, revolcaderos frescos, fecas y madrigueras. La identificación de especies se realizó en el lugar o mediante registro fotográfico.

5.2.2.4. Resultados

a) Levantamiento de Información Bibliográfica

a.1) Antecedentes Generales

De acuerdo a la búsqueda bibliográfica realizada, se encontró que para el Área de Estudio existe un total de 172 especies potenciales de fauna terrestre. De este total las aves dominan la riqueza local con el 64,5%, seguida de mamíferos los que alcanzan casi el 20%. Por otra parte, los reptiles superan el 10% de la fauna terrestre, caracterizándose por la presencia de especies endémicas de nuestro país. Finalmente, la fauna menos representada es la de los anfibios, los que solo alcanzan el 3% de la riqueza, lo que potencialmente puede estar asociado a las condiciones climáticas y las condiciones del recurso hídrico de la región (ver Gráfico 5.2.2.4-1).

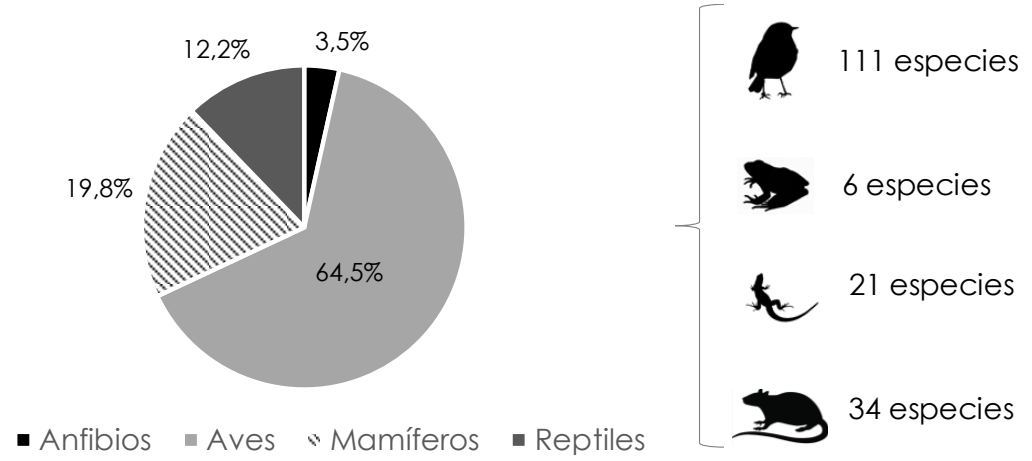


GRÁFICO 5.2.2.4-1
COMPOSICIÓN DE FAUNA TERRESTRE POTENCIAL EN EL ÁREA DE INFLUENCIA
Fuente: Elaboración propia.

a.2) Aves

Se ha registrado una elevada riqueza y diversidad de aves potenciales en el área de influencia, con un total de 110 especies (Ver Anexo 5-2). Se destacan las siguientes especies sensibles: cóndor (*Vultur gryphus*), halcón peregrino (*Falco peregrinus*), águila pescadora (*Pandion hanaetus*) y bandurria (*Theristicus melanopis*), consideradas como "Vulnerable" (según el DS 5/1998 MINAGRI); el tricahue (*Cyanoliseus patagonus*), becacina pintada (*Rostratula semicollaris*) y cuervo de pantano (*Plegadis chihi*), listadas "En Peligro" (según el DS 5/1988 MINAGRI y el DS 151/2007 MINAGRI); junto con el zarapito boreal (*Numenius borealis*) considerada en "En Peligro Crítico" (según el DS 13/2013) MMA.

a.3) Anfibios

En el caso de las especies de anfibios potenciales de encontrar en el área de influencia, se estimó una diversidad media y un elevado endemismo de especies (Ver Anexo 5-2). Cabe destacar, que todas las especies de anfibios descritas se encuentran listadas en alguna categoría de conservación, de las cuales destacan: sapo de rulo (*Rhinella arunco*), sapo de Atacama (*Rhinella atacamensis*) y la rana chilena (*Calyptocephalella gayi*), por catalogarse como especies "Vulnerables" (según el DS 41/2011 MMA y DS 50/2008 MINSEGPRES).

a.4) Reptiles

En términos generales, se ha descrito una elevada riqueza y diversidad de reptiles, identificándose 21 especies potenciales de encontrar dentro del área de influencia del Proyecto (Ver Anexo 5-2). En este caso, destacan las especies sensibles: lagarto de Müller (*Liolaemus lorenzmuelleri*), lagartija de Maldonado (*Liolaemus maldonadae*), lagartija de Roberto (*Liolaemus robertoi*) y el corredor de Atacama (*Microlophus atacamensis),* todas listadas en la categoría de "Vulnerable" (según los decretos DS 16/2016 MMA; DS 52/2014 MMA y DS 5/1998 MINAGRI); junto con el Matuasto (*Phymaturus bibronii*), listada en "Peligro crítico" (según el DS 16/2016 MMA).

a.5) Mamíferos

Se reportó un total de 34 especies de mamíferos potenciales de encontrar dentro del área de influencia del Proyecto (Ver Anexo 5-2). En este caso, se destaca como especies sensibles a: chinchilla costina (*Chinchilla laniger*) y vizcacha (*Lagidium viscacia*), por encontrarse actualmente clasificadas como "En peligro" (según el DS 52/2014 MMA y DS 5/1998 MINAGRI), como también las especies clasificadas como "Vulnerables" guanaco (*Lama guanicoe*) y güiña (*Leopardus guigna*) (según el DS33/2012 MMA y DS 42/2011 MMA).

a.6) Endemismo

El concepto de endemismo hace referencia a la tendencia de los animales para restringir su hábitat a una determinada área aislada geográficamente (e.g. cordillera, cuenca hirdrográfica, isla), producto de factores ambientales e históricos (Vidal y Labra, 2008). En este sentido, se determinó la ausencia de aves endémicas potenciales a lo largo del presente estudio bibliográfico; sin embargo, se destaca una considerable proporción de anfibios endémicos (67%), reptiles (71%), y en menor medida, mamíferos endémicos potenciales (12%) dentro del área de influencia del Proyecto, como se aprecia en Gráfico 5.2.2.4-2.

Cabe mencionar que las áreas ricas en especies endémicas normalmente son consideradas como sectores relevantes al momento de determinar sitios de conservación (Vidal y Labra, 2008).

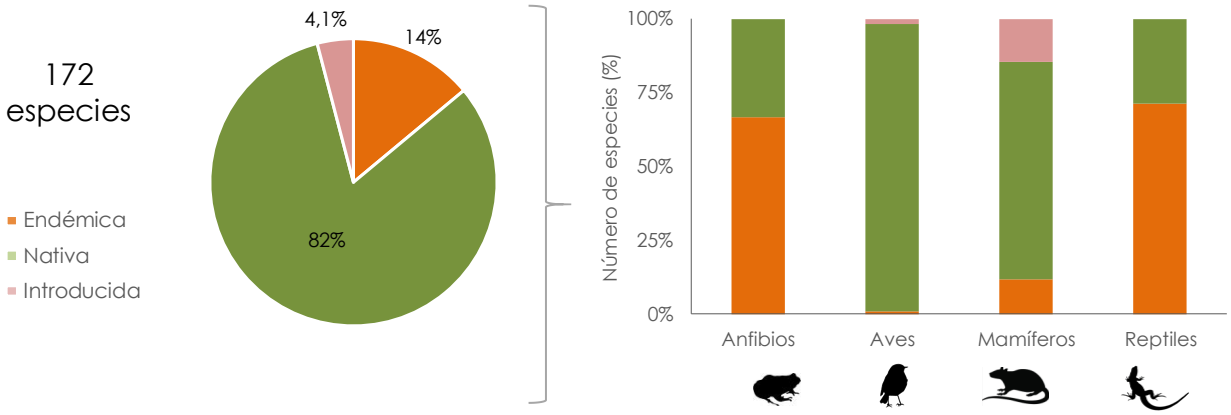


GRÁFICO 5.2.2.4-2
PROPORCIÓN DE ENDEMISMO POTENCIAL POR COMUNIDAD TERRESTRE
Fuente: Elaboración propia.

a.7) Categorías de Conservación

Todas las comunidades biológicas estudiadas presentaron especies potenciales en categoría de conservación vigente.

En el caso de las aves, sólo el 20,1 % de las especies se encuentra listada en alguna categoría de conservación vigente. De las categorías más sensibles, se destaca que el 3,6% del total de la avifauna se encuentra considerada como “Vulnerable”, el 2,7% se encuentra listada “En Peligro”, y el 0,9% en “Peligro crítico”, como se aprecia en Gráfico 5.2.2.4-3.

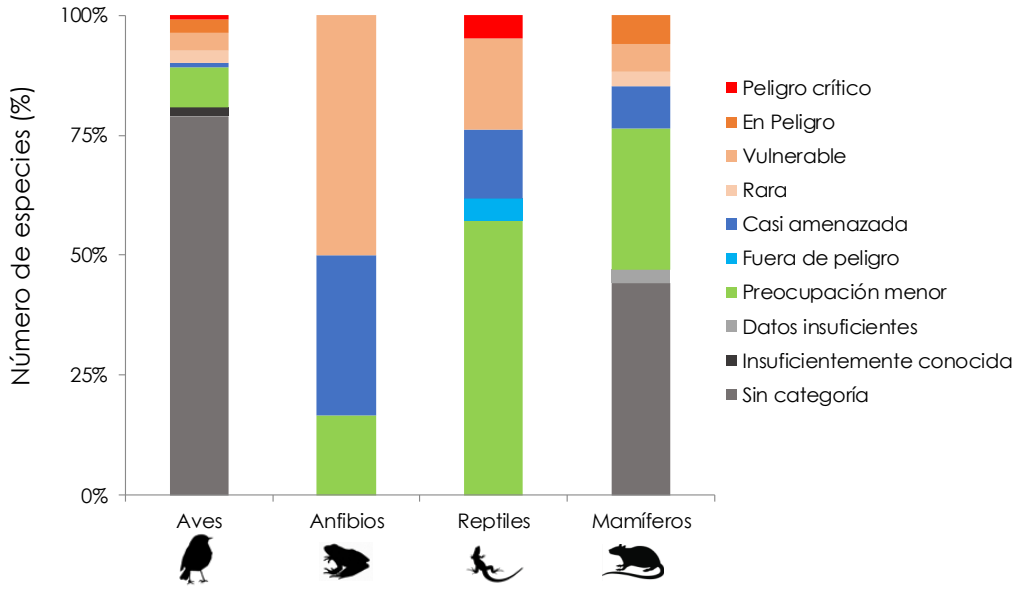


GRÁFICO 5.2.2.4-3
CATEGORÍAS DE CONSERVACIÓN DE LAS ESPECIES POTENCIALES DE FAUNA
Fuente: Elaboración propia.

En el caso de los anfibios potenciales, el 100% de las especies se encuentra listada en alguna categoría de conservación vigente (Ver Anexo 5-2). Sin embargo, sólo el 50% se considera "Vulnerable", el 33,3% "Casi amenazada" y el 16,7% como de "Preocupación menor".

Similar a lo anterior, todas las especies de reptiles potenciales se encuentran listadas dentro de alguna categoría de conservación, encontrándose en su gran mayoría especies de "Preocupación menor" (57,1%). En cuanto a las categorías sensibles, se destacan las categorías "Vulnerable" con el 19% y en "Peligro crítico" con un 4,8% de las especies de consideradas.

Finalmente, en el caso de los mamíferos potenciales descritos para el área de influencia, el 55,9% de las especies se encuentra listada en alguna categoría de conservación vigente. Tal como el caso de los reptiles, la mayoría de los mamíferos se encuentra clasificada como "Preocupación menor" con un 29,4% de las especies potenciales. Sin embargo, dentro de las categorías sensibles, se encuentran especies consideradas como "Vulnerable" y "En Peligro", representadas por un 5,9% respectivamente, del total de los mamíferos potenciales consideradas.

b) Levantamiento en Terreno

b.1) Fauna Terrestre

En el área de influencia se registró un total de 38 especies de fauna terrestre, de las cuales el 65,8% (25 especies) fueron aves; 21,1% (ocho especies) reptiles, 10,5% mamíferos (cuatro especies). Mientras que el 2,6% restante fue la única especie de anfibio *Calyptocephalella gayi,* avistada por un lugareño durante el muestreo. Dentro de los sectores evaluados, la riqueza también fue predominantemente de aves, junto con los mamíferos y los reptiles. Sin embargo, los anfibios solo estuvieron presentes en el sector 3 (entre San Miguel y Pedregal). La mayor variedad de especies fue registrada en el Sector 1 donde se alcanzaron las 24 especies, seguido del Sector 4 con 22 especies, el Sector 3 con 18 especies y finalmente el Sector 2 con sólo diez especies de fauna terrestre (Ver Gráfico 5.2.2.4-4a).

Por otra parte, respecto a la abundancia se registró una abundancia total de 123 individuos. Dentro de los cuales se observó un dominio de las aves, que alcanzaron el 78% del total, los reptiles alcanzaron el 14,6% de la abundancia total, mientras que los mamíferos y anfibios no superaron el 7% y el 1%, respectivamente. Dentro de los sectores, la mayor abundancia fue alcanzada en el Sector 1 con 52 ejemplares, seguido del Sector 4 con 43 ejemplares. Mientras que los sectores 2 y 3 no superaron los 20 ejemplares cada uno (Ver Gráfico 5.2.2.4-4b).

Se debe destacar que en los cuatro sectores muestreados hubo dominancia de registros directos para las aves y en menor proporción de reptiles. Sin embargo, también se obtuvieron hallazgos indirectos de la presencia de fauna, principalmente de los mamíferos *Lycalopex sp.* y *Oryctolagus cuniculus* a través de sus fecas.

Se debe destacar la presencia de reptiles y anfibios, correspondiente a un grupo que se registra en bajas densidades y se caracterizan por ser especies de baja movilidad. Durante la campaña

realizada en el Sector 2 se hizo registro de una especie de salamanqueja (*Garthia penai*), la cual es de particular interés ya que no se han tenido registros previos de su presencia en la zona. Como también el registro del anfibio *Calyptocephalella gayi* en las cercanías del cuerpo de agua del río Mostazal. Finalmente, también es destacable presencia de tricahue (*Cyanoliseus patagonus*), ave que presenta una población aislada de la distribución actual para esta especie, la cual por lo general se encuentra en la zona sur de nuestro país. En Anexo 5-2, se muestra el detalle del listado de especies y su abundancia levantada en terreno para cada punto de muestreo dentro de los sectores evaluados.

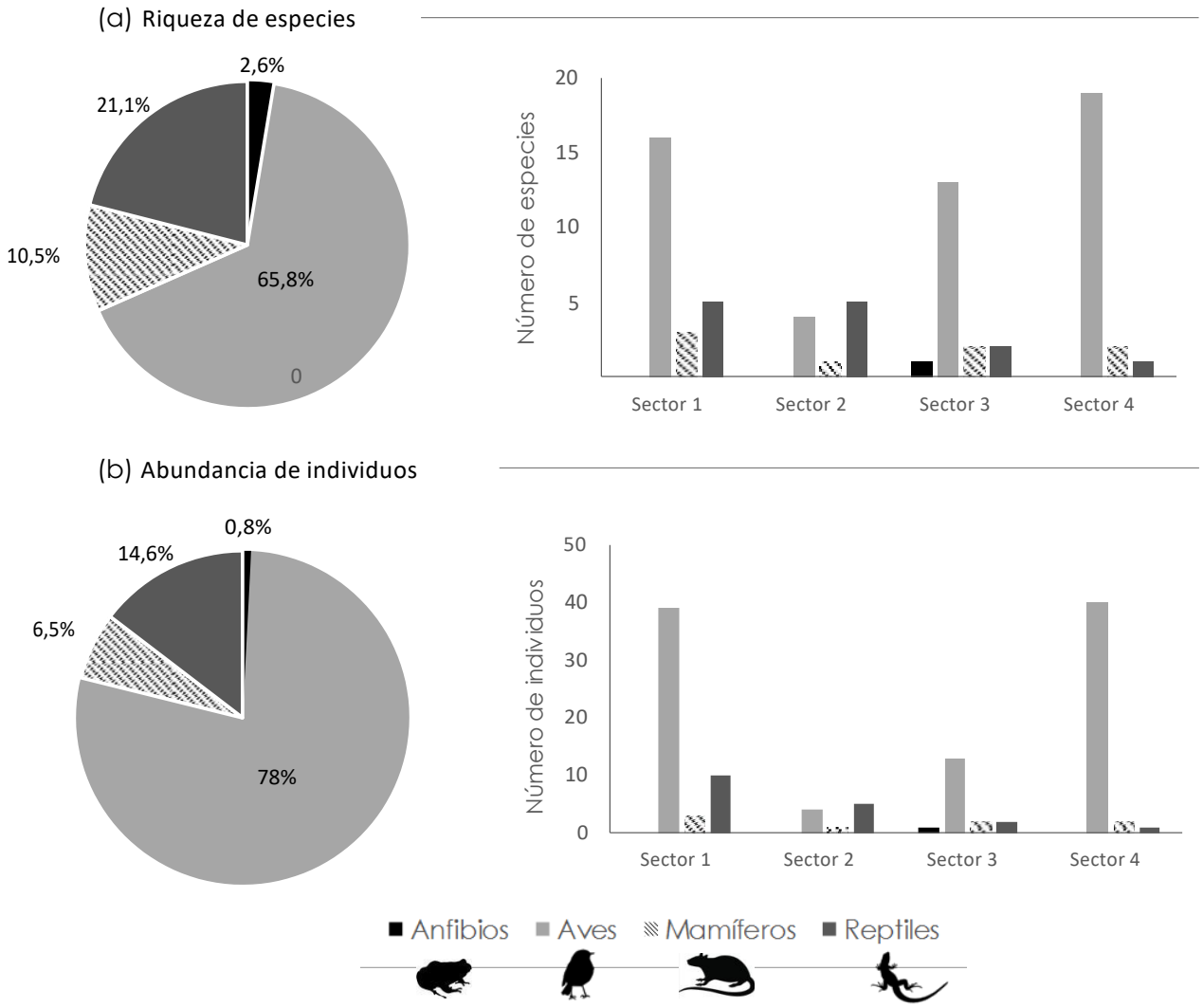


GRÁFICO 5.2.2.4-4
VALORES DE RIQUEZA DE ESPECIES (A) Y ABUNDANCIA DE INDIVIDUOS (B) DE FAUNA TERRESTRE

Nota: Los paneles izquierdos indican valores totales y
los paneles derechos indican el detalle para cada sector

Fuente: Elaboración propia.

b.2) Endemismo

Al considerar el origen de las especies registradas en terreno, se observó que la mayoría fueron nativas de Chile (68,4%), seguida de un 23,7% de especies endémicas. Mientras que las especies introducidas solo alcanzaron el 7,9% (Gráfico 5.2.2.4-5). Dentro del grupo de las aves, estas correspondieron predominantemente a especies nativas, las que alcanzan el 88% de su riqueza, seguidas de un 14% de aves endémicas, donde destaca la presencia de *Mimus thenca y Pteroptochos megapodius*. Mientras que las especies introducidas solo alcanzan el 7% de la riqueza de aves.

Por otra parte, la fauna de reptiles registrada fue en un 75% de origen endémico, con especies albergadas en la zona norte de nuestro país y con el registro inédito de *G penai*. Mientras que el 25% de este grupo fue de origen nativo (Gráfico 5.2.2.4-5). Es destacable también, que la única especie de anfibio registrada fue de origen endémico y correspondió a la rana chilena (*C. gayi*).

Finalmente, para los mamíferos se observó que el 50% de la riqueza fue nativa, con la presencia de un tipo de zorro identificado por sus fecas (*Lycalopex sp.)* y al roedor *Phyllotis xanthopygus*. Mientras que el 50% restante fueron especies introducidas, con la presencia de conejo (*Oryctolagus cuniculus*) y rata común (*Rattus rattus*). Ver Anexo 5-2 para revisar el detalle del origen de cada especie.

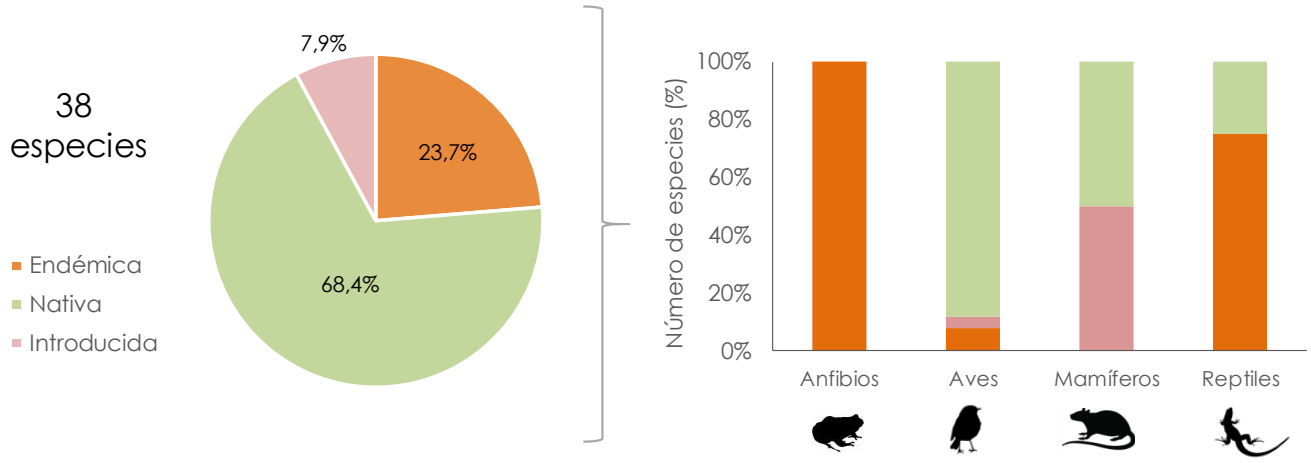


GRÁFICO 5.2.2.4-5
COMPOSICIÓN DE FAUNA TERRESTRE DE ACUERDO A SU ORIGEN BIOGEOGRÁFICO EL ÁREA DE INFLUENCIA, DURANTE LA CAMPAÑA DE TERRENO
Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, se observó que existe una dominancia de especies nativas y la presencia de especies endémicas en todos los sectores evaluados. Las especies introducidas fueron registradas con menor frecuencia dentro del área de influencia, observándose su presencia en solo tres de los sectores. Ver el Gráfico 5.2.2.4-6 para el detalle de la riqueza de especies según su origen biogeográfico en cada sector.

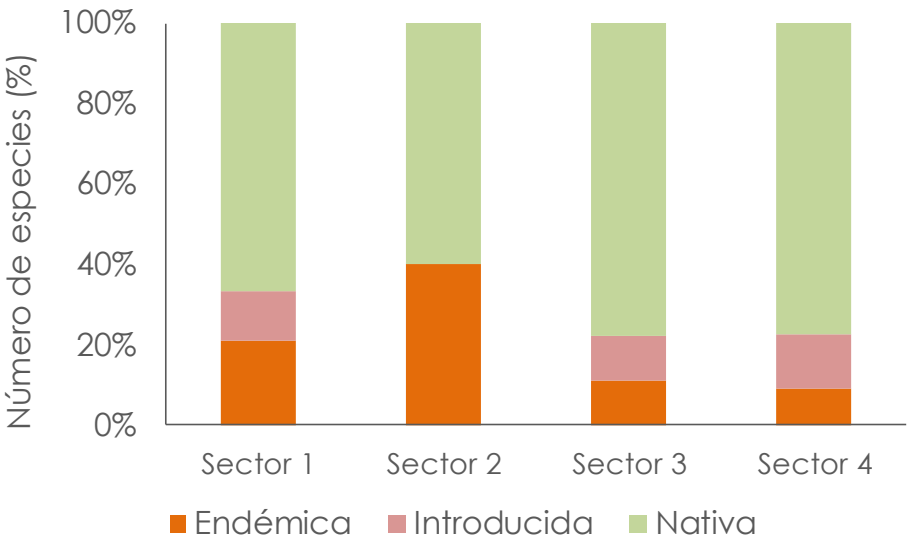


GRÁFICO 5.2.2.4-6
COMPOSICIÓN DE FAUNA TERRESTRE DE ACUERDO A SU ORIGEN BIOGEOGRÁFICO EN CADA PUNTO DE MUESTREO, DURANTE LA CAMPAÑA DE TERRENO
Fuente: Elaboración propia.

b.3) Categoría de Conservación

Respecto al estado de conservación de las especies, durante la campaña de terreno se observaron nueve especies en alguna categoría de conservación, de las cuales tres se encuentran en categoría de Amenaza (En Peligro o Vulnerable). Las especies clasificadas correspondieron principalmente a reptiles con seis especies, seguida de las aves y anfibios con una especie clasificada cada uno. Por otra parte, se apreció que dentro de todos los sectores existen especies clasificadas en alguna categoría y más aún, en categorías de amenaza (Gráfico 5.2.2.4-7). El Anexo 5-2 muestra el detalle del estado de conservación de cada especie.

En relación a la distribución de las especies clasificadas en algún estado de conservación a lo largo del área de influencia, se puede apreciar que en toda su extensión se registró fauna sensible, especialmente el ave Tricahue (*Cyanoliseus patagonus*), como también el hallazgo inédito de *Garthia penai*, especie de reptil no registrada con anterioridad en el sector y observada durante la campaña de terreno aguas arriba de la cuenca del río.

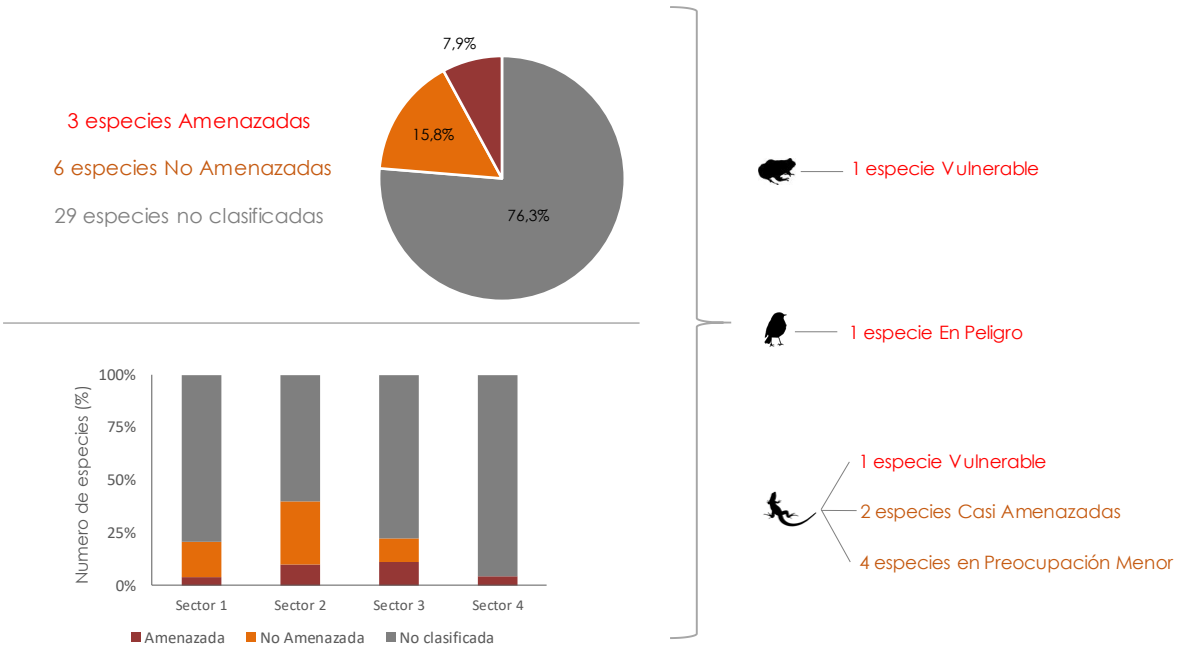


GRÁFICO 5.2.2.4-7
COMPOSICIÓN DE FAUNA TERRESTRE DE ACUERDO A SU ESTADO DE CONSERVACIÓN, REGISTRADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DURANTE LA CAMPAÑA DE TERRENO
Fuente: Elaboración propia.

b.4) Registro de Especies de Fauna Terrestre de Conocimiento Local

De las indicaciones aportadas por actores locales respecto a la fauna terrestre presente en el Área de Estudio, se registraron 14 especies que destacan en el conocimiento local. Las especies de fauna terrestre en cuestión corresponden a:

- Sapito: De acuerdo a información bibliográfica se reporta potencialmente para el Área de Estudio seis especies de anfibios, de los cuales en inspección de terreno sólo se registró uno (Rana Chilena).

- Zorro: De acuerdo a información bibliográfica se reporta potencialmente para el Área de Estudio dos especies, Zorro Culpeo y zorro chilla; en tanto en inspección de terreno se constató presencia de una de estas especies, sin identificar cuál de estas corresponde.

- Puma (*Puma concolor*): Especie registrada en el Área de Estudio por antecedentes bibliográficos, sin que se haya registrado en inspecciones de terreno.

- Gato Colo Colo (*Leopardus colocolo*): Especie registrada en el Área de Estudio por antecedentes bibliográficos, sin que se haya registrado en inspecciones de terreno.

- Chinchilla (*Chinchilla laniger*): Especie registrada en el Área de Estudio por antecedentes bibliográficos, sin que se haya registrado en inspecciones de terreno.

- Vizcacha (*Lagidium viscacia*): Especie registrada en el Área de Estudio por antecedentes bibliográficos, sin que se haya registrado en inspecciones de terreno.

- Hurón Chileno - Quique (*Galictis cuja*): Especie registrada en el Área de Estudio por antecedentes bibliográficos, sin que se haya registrado en inspecciones de terreno. Actores locales dan cuenta de su importancia dado que controlan la población de ratones.

- Ratón Cola de Pincel - Degú (Octodon degus): Esta especie se encuentra reportada en registros bibliográficos para el Área de Estudio, sin que se haya registrado en inspecciones de terreno.

- Águila (*Geranoaetus melanoleucus*): Especie registrada en el Área de Estudio por antecedentes bibliográficos, sin que se haya registrado en inspecciones de terreno.

- Búho – Búho Real (*Bubo bubo*): Esta especie no se encuentra reportada en registros bibliográficos para el Área de Estudio, ni tampoco fue registrada en inspecciones de terreno.

- Tucúquere (*Bubo magellanicus*): Esta especie se encuentra reportada en registros bibliográficos para el Área de Estudio, así como también en inspecciones de terreno.

- Loro Tricahue (*Cyanoliseus patagonus*): Esta especie se encuentra reportada en registros bibliográficos para el Área de Estudio, así como también en inspecciones de terreno. Actores locales dan cuenta de su importancia por ser un símbolo de la comuna de Monte Patria, y por el valor que tiene al ser una especie nativa con problemas de conservación (En Peligro).

- Pato Silvestre: Se reportan seis especies de pato silvestres en registros bibliográficos para el Área de Estudio (Pato cortacorrientes, Pato cuchara, Pato gargantillo, Pato jergón chico, Pato jergón grande, Pato juarjual), sin que se haya constatado la presencia de alguno de ellos en inspecciones de terreno.

- Peuco (*Parabuteo unicinctus*): Esta especie se encuentra reportada en registros bibliográficos para el Área de Estudio, así como también en inspecciones de terreno.

5.2.2.5. Conclusión y Determinación de Sensibilidad Ambiental

- En el área de influencia se registró una considerable riqueza potencial alcanzándose las 172 especies y observándose una dominancia de las aves. Sin embargo, durante la campaña de terreno realizada sólo se logró registrar la presencia de 38 de las especies reportadas para esta zona. Aun así, se observó el mismo patrón de diversidad que el análisis bibliográfico con un dominio de las aves, las que alcanzaron el 65% de la riqueza total registrada en terreno.

- En cuanto a los anfibios, se identificó una baja riqueza potencial de especies potenciales (6 especies) con un elevado endemismo (67%), encontrándose todas las especies listadas dentro de alguna categoría de conservación vigente. Durante la presente campaña de terreno, sólo se identificó la presencia de *Calyptocephalella gayi* de forma indirecta mediante el relato de un lugareño. Se debe destacar que el desarrollo de este tipo de fauna depende directamente del agua y las variaciones temporales de este recurso.

- Respecto a los reptiles, se estimó la presencia de 21 especies potenciales en el área de influencia, de los cuales el 71% corresponden a especies endémicas del sector y el restante 29 % son nativas. Sin embargo, durante la campaña de terreno se hizo avistamiento de ocho especies de este grupo, de las cuales siete se encuentran en alguna categoría de conservación (seis fuera de amenaza y sólo una amenazada en estado Vulnerable, *Liolaemus lorenzmuelleri*). Sin embargo, al igual que los anfibios este grupo es sensible a las modificaciones de su hábitat debido a la baja movilidad y densidades poblacionales que presentan de forma natural, por lo que sus registros temporales pueden variar.

- Para los reptiles, también es destacable el registro de la Salamanqueja de Combarbalá (*Garthia penai*) especie endémica y que no había sido reportada anteriormente en el lugar de estudio.

- En cuanto a los mamíferos se reportó un total de 34 especies potenciales dentro del área de influencia, de las cuales el 76% son nativas, 12% son introducidas al territorio nacional y 12% son endémicas del sector. Sin embargo, durante la campaña realizada solo se reportó la presencia de cuatro especies de las cuales el 50% fueron nativas y el resto introducidas.

- Dentro de los sectores contenidos en el área de influencia, se observó que el Sitio 1 (Desde Río Saso hasta San Miguel) y el Sitio 4 (Desde Río Mostazal hasta río Grande), fueron los que presentaron la mayor diversidad de fauna terrestre, como también la mayor abundancia de individuos. También es destacable que sólo en el Sitio 3 (Desde San Miguel hasta Pedregal) fue donde se hizo registro de anfibios y de aves rapaces nocturnas. Sin embargo, todos los sectores presentaron diversidad de especies endémicas.

- En general, el Área de Estudio presentó una alta diversidad de especies y un alto grado de endemismo, a pesar de mantener una zona urbanizada y una amplia superficie de uso agrícola.

La sensibilidad ambiental queda definida de acuerdo a lo expuesto en el Cuadro 5.2.2.5-1, en consideración a los antecedentes que se tienen a la fecha.

CUADRO 5.2.2.5-1
SENSIBILIDAD AMBIENTAL COMPONENTE FAUNA TERRESTRE

Alternativa	FE	Justificación	N	Justificación	IE	V	Justificación	S
TM	5	Se han identificado dentro del Área de Influencia especies protegidas de acuerdo a los criterios de clasificación vigentes. Destaca el mayor número de reptiles en alguna categoría de conservación (5 especies). Se registran 16 especies nativas (13 aves 2 reptiles y 1 mamífero); y 5 especies endémicas (3 reptiles y 2 aves).	4	De acuerdo al registro de terreno, se constató la presencia de 24 especies de fauna, correspondiendo a gran parte de estas a por especies nativas (16 especies) y endémicas (2 especies).	4.5	5	La susceptibilidad de este componente es alta dado la presencia de especies con alguna categoría de conservación, en tanto si bien el ecosistema asociado a dichas especies se extiende por sobre los posibles sitios de intervención, estos se encuentran restringidos dentro del Área de Estudio. Por otra parte se debe considerar en el caso de Reptiles una alta sensibilidad a los cambios en los hábitat asociados, debido a la baja movilidad y densidades poblacionales que presentan de forma natural.	**4,75**
SM_a	4	A partir del registro de terreno se constata la presencia de sólo 1 especie con categoría de conservación (Loro Tricahue; en Peligro). Se registran 17 especies nativas y 1 endémicas (ambas sólo con representación de aves).	4	De acuerdo al registro de terreno, se constató la presencia de 21 especies de fauna. Se registran 17 especies nativas y 1 endémicas (ambas sólo con representación de aves).	4	4	S i bien sólo se identificó una especie con problemas de conservación (Loro Tricahue), los ecosistemas asociados a esta zona de intervención resultan propicios para la movilidad de especies de fauna presentes en sitios aledaños. Se destaca además que los hábitat asociados a la fauna registrada se presentan restringidos espacialmente dentro del Área de Estudio.	**4**
MEJ_COND	3	Baja representatividad con alto grado de intervención por actividades antrópicas.	2	La fauna asociada a la red de canales resulta escaza, dado el alto grado de intervención que existe.	2.5	2	Actualmente existe un Alto grado de intervención, producto de las obras existentes que requieren mejoras	**2,25**

Nota: FE: Función Ecológica; N: Naturalidad; IE: Importancia Ecológica; V: Vulnerabilidad; S: Sensibilidad

TM: Tranca Morada; SM_a: San Miguel Alto; MEJ_COND: Mejoramiento de la Conducción.

Fuente**:** Elaboración propia.

5.2.3. Flora y Fauna Acuática

5.2.3.1. Antecedentes Generales

El presente documento contiene los antecedentes bibliográficos recopilados sobre la componente limnológica en el Área de Estudio (cuerpos naturales de agua superficiales en el Área de Estudio). Tales antecedentes fueron complementados con un levantamiento en terreno en septiembre del 2017.

Los objetivos de la caracterización de la flora y fauna acuática corresponden a:

- Identificar tipos de ecosistemas acuáticos continentales potenciales en el Área de Estudio.

- Describir la flora y fauna acuática del Área de Estudio.

- Determinar las especies de flora y fauna acuática en estado de amenaza.

5.2.3.2. Área de Influencia

El **área de influencia** para la flora y fauna acuática se encuentra inserta dentro del Área de Estudio en los cursos naturales de agua superficial que resultan intervenidos por las obras proyectadas. En este contexto, el área de influencia queda definida por los cauces naturales Río Sasso, y Río San Miguel en sus trayectos dentro del Área de Influencia del Estudio en su conjunto.

5.2.3.3. Metodología

a) Levantamiento de Información Bibliográfica

Se levantó información bibliográfica sobre aspectos limnológicos (condición física, química y biológica) en los ecosistemas acuáticos continentales superficiales asociados al Área de Estudio, por medio de la revisión de Líneas de Base en el SEIA, publicaciones científicas, tanto nacionales como internacionales, y documentos técnicos emitidos por entes del gobierno (DGA y MMA), como se indica en Cuadro 5.2.3.3-1.

Las especies potenciales fueron clasificadas de acuerdo a su nombre común y científico, y estado de conservación según los listados oficiales nacionales, es decir, los Decretos Supremos para Clasificación de Especies (según lo estipulado en el Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres, RCE, del 3 de junio del 2004), considerando los doce procesos de clasificación vigentes (D.S. N° 151/2006 MINSEGPRES, D.S. N° 50/2008 MINSEGPRES, D.S. N° 51/2008 MINSEGPRES, D.S. N° 23/2009 MINSEGPRES, D.S. N° 33/2011 MMA, D.S. N° 41/2011 MMA, D.S. N° 42/2011 MMA, D.S. N° 19/2012 MMA, D.S. N° 13/2013 MMA, D.S. N° 52/2014 MMA, D.S. N° 38/2015 MMA y D.S. Nº 16/2016 MMA).

CUADRO 5.2.3.3-1
FUENTES BIBLIOGRÁFICAS DE FLORA Y FAUNA ACUÁTICA

Componente	Literatura
Calidad de agua	-Centro Nacional de Medio Ambiente. 2010. Propuesta de utilización de biocriterios para la implementación y monitoreo de la norma secundaria de calidad ambiental resultados cuencas de los ríos Limarí y Mataquito. S.I.T. no216. Tomo II. Dirección General de Aguas. Gobierno de Chile -Guía CONAMA 2004 para el Establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas. Comisión Nacional del Medio Ambiente. -DGA. 2004. Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua según Objetivos de Calidad. Cuenca del Río Limarí. Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas, Gobierno de Chile. CADE-IDEPE. -DGA. 2010. Análisis de la composición físico química de los sedimentos fluviales y su relación con la disponibilidad de metales en agua. Departamento de Protección y Conservación de Recursos Hídricos. Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas, Gobierno de Chile. DGA-CENMA. -Salazar PA. 2012. Avances en el Conocimiento de la Relación Aguas Superficiales-Aguas Subterráneas en la Cuenca del Limarí, Región de Coquimbo. Memoria de Título Ingeniero Civil Ambiental. Universidad de la Serena, Facultad de Ingeniería, Departamento en Minas.
Macrófitas	-DGA. 2004. Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua según Objetivos de Calidad. Cuenca del Río Limarí. Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas, Gobierno de Chile. CADE-IDEPE.- Palma A., González-Barrientos J., Reyes CA., Ramos-Jiliberto R. 2013. Biodiversidad y estructura comunitaria de los ríos en las zonas árida, semiárida y mediterránea-norte de Chile. Revista Chilena de Historia Natural 86: 1-14. -Vilma I., Veloso A., Schlatter R., Ramírez C. 2006. Macrófitas y vertebrados de los sistemas límnicos de Chile. Biodiversidad. Editorial Universitaria. Primera Edición. 192 páginas.
Zoobentos	-DGA. 2004. Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua según Objetivos de Calidad. Cuenca del Río Limarí. Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas, Gobierno de Chile. CADE-IDEPE.-Palma A., González-Barrientos J., Reyes CA., Ramos-Jiliberto R. 2013. Biodiversidad y estructura comunitaria de los ríos en las zonas árida, semiárida y mediterránea-norte de Chile. Revista Chilena de Historia Natural 86: 1-14.Gaines -W., Cushing C & Smith S. 1992. Secondary Production Estimates of Benthonic Insects in Three Cold Desert Streams. -Ramírez, A y Gutiérrez-Fonseca, P. 2014. Functional feeding groups of aquatic insect families in Latin America: a critical analysis and review of existing literature. Rev. biol. trop vol.62 suppl.2.
Anfibios de fase acuática	-Lobos G., Vidal M, Correa C., Labra A., Díaz-Páez H., Charrier A., Rabanal F., Díaz S., Tala C. 2013. Anfibios de Chile, un desafío para la conservación. Ministerio de Medio Ambiente, Fundación Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile. Red Chilena de Herpetología. 104 páginas. -Vilma I., Veloso A., Schlatter R., Ramírez C. 2006. Macrófitas y vertebrados de los sistemas límnicos de Chile. Biodiversidad. Editorial Universitaria. Primera Edición. 192 páginas.
Fauna íctica	-DGA. 2004. Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua según Objetivos de Calidad. Cuenca del Río Limarí. Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas, Gobierno de Chile. CADE-IDEPE-Palma A., González-Barrientos J., Reyes CA., Ramos-Jiliberto R. 2013. Biodiversidad y estructura comunitaria de los ríos en las zonas árida, semiárida y mediterránea-norte de Chile. Revista Chilena de Historia Natural 86: 1-14. -Vilma I., Veloso A., Schlatter R., Ramírez C. 2006. Macrófitas y vertebrados de los sistemas límnicos de Chile. Biodiversidad. Editorial Universitaria. Primera Edición. 192 páginas.

Fuente: Elaboración propia.

b) Levantamiento de Información en Terreno

b.1) Antecedentes Generales

Los puntos definidos dentro del área de influencia para flora y fauna acuática se asociaron directamente a los cuerpos de agua del río Mostazal, su afluente río San Miguel y parte del río Grande (Cuadro 5.2.3.3-2, Figura 5.2.3.3-1).

CUADRO 5.2.3.3-2
ESTACIONES DE MUESTREO FLORA Y FAUNA ACUÁTICA

ID	Tipo de Ecosistema	Relación con el Proyecto	Coordenadas UTM, WGS84, Huso 19	
			E	S
PA-01	Río Mostazal, aguas arriba afluentes	Emb. Mostazal 2	349.623	6.593.215
PA-02	Río Mostazal, aguas arriba San Miguel	Aguas arriba junta San Miguel y Emb. Cuestecita	347.368	6.590.601
PA-03	Río San Miguel	Aguas abajo Emb. San Miguel	348.442	6.588.573
PA-04	Río Mostazal, entre San Miguel y Tulahuencito	Emb. Cuestecita	345.671	6.589.892
PA-05	Río Mostazal, entre San Miguel y Tulahuencito	Emb. Pedregal	337.012	6.585.890
PA-06	Río San Miguel	Aguas arriba Ebm. San Miguel	349.846	6.588.216
PA-07	Canal de riego	Emb. Colliguay Alto	333.838	6.585.151
PA-08	Río Grande	Mejoramiento canales	328.838	6.588.364

Fuente: Elaboración propia.

Se debe destacar que las estaciones de muestreo fueron agrupadas en cuatro sectores de interés de acuerdo a lo solicitado por el "Mandante" y respecto a los afluentes y las secciones evaluadas del río Mostazal (Cuadro 5.2.3.3-3). En Anexo 5-3 se presenta la solicitud de permisos de muestreo para flora y fauna acuática (SUBPESCA).

CUADRO 5.2.3.3-3
SECTORES DE INTERÉS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL RÍO MOSTAZAL

Sector	Ubicación	Estaciones de Muestreo
Sector 1	Desde Río Saso hasta San Miguel	PA-01, PA- 02 y PA-04
Sector 2	Sector desde San Miguel hasta Tulahuencito	-
Sector 3	Desde San Miguel hasta Pedregal	PA-05, PA-07 y PA-08
Sector 4	Desde Río Mostazal hasta río Grande	PA-03 y PA-06

Fuente: Elaboración propia.

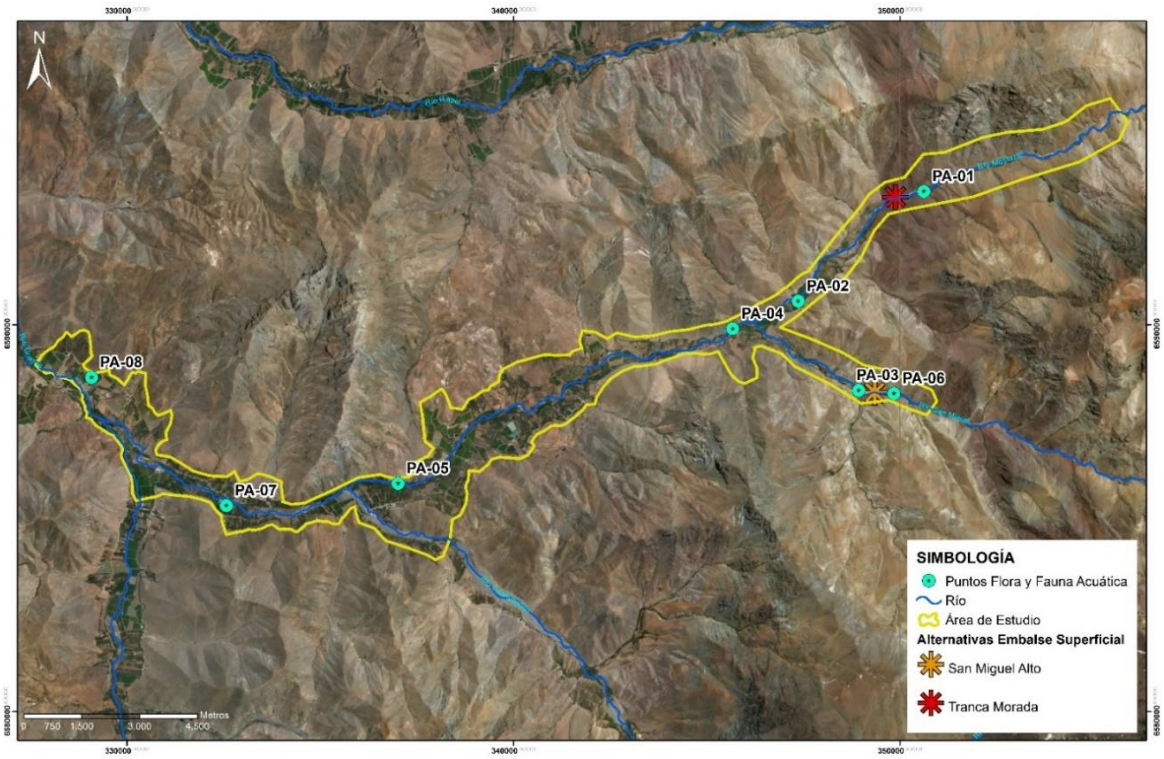


FIGURA 5.2.3.3-1
PUNTOS DE MUESTREO, FLORA Y FAUNA ACUÁTICA
Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se describe la metodología aplicada en terreno para el levantamiento de información.

b.2) Condición del Hábitat Fluvial

Se efectuó una caracterización general del hábitat en cada punto de muestreo definidos en el presente estudio. Se tomó registro fotográfico y anotaciones de terreno conforme a los contenidos de la "ficha de terreno", cuyas variables de anotación corresponden a:

- Identificación general: determinación de tipo de ecosistema (río, tranque, etc.).
- Condición general de muestreo: se registró la hora y tiempo meteorológico del muestreo.
- Tipo de sistema: antrópico o natural. En el caso del ecosistema lótico natural, se utilizan las clasificaciones de Illies (1961) (crenón, epiritrón, metapotamón, etc.). Esta clasificación sirve para discriminar heterogeneidad espacial en el gradiente altitudinal, separando las grandes zonas en crenón, ritrón y potamón. Estos gradientes guardan relación con los tipos de flujos, turbulencia, erosión y comunidades acuáticas.

- Uso del entorno: se caracteriza el uso del entorno, buscando actividades antrópicas que puedan incidir en el sistema estudiado. Esta descripción se realiza mediante observación de los usos del territorio en terreno.

- Alteración del hábitat: se efectuó un recorrido del entorno cercano a los sistemas lóticos y lénticos que forman parte del área de influencia, buscando identificar elementos o actividades antrópicas que pudieran eventualmente derivar en el estado o condición ambiental del sistema bajo estudio.

- Tipo de sustratos: se utilizó la escala de Wentworth (1922) para la caracterización cualitativa de los sustratos de acuerdo a su tipo y diámetro (limo, arcilla, arena, clastos, rocas, etc.).

- Ancho de caja y ancho del cauce: se estimó el ancho de cauce (espejo de agua) y ancho de la hoya del cauce ("ancho mojado") en 3 puntos en una sección perpendicular al cauce en un tramo de 100 m. Cuando el ancho de la caja es muy amplio se realiza una estimación mediante utilización de imágenes satelitales.

- Ancho y largo de ecosistemas lénticos: se estimó el ancho y largo de los ecosistemas loticos en base a una estimación realizada mediante imágenes satelitales y validación en terreno.

- Velocidad de escurrimiento: se estimó la velocidad de los cuerpos de agua utilizando el método de flotadores (valor promedio), donde se mide con un cronómetro el tiempo que recorre un objeto flotante en 10 m. Se tomaron tres mediciones de la velocidad de los cauces en cada sistema.

- Profundidades: se utilizó una barra graduada en mm para la medición de tres profundidades en un tramo de 50 m.

- Porcentaje de cobertura de vegetación: estimación de la cobertura de vegetación de plantas acuáticas (porcentajes) en los sistemas estudiados, así como del follaje de plantas de ribera.

- Otras observaciones por estación de muestreo: presencia de basuras o contaminantes, determinación del color y olor de los sistemas, espumas no naturales, sólidos flotantes visibles, etc.

b.3) Condiciones Físicas y Químicas del Agua

Se realizaron mediciones *in situ* (directamente realizadas en el agua) mediante una sonda multiparamétrica Hanna, previamente calibrada, obteniéndose las mediciones de pH, temperatura, sólidos disueltos, conductividad, oxígeno disuelto y porcentaje de saturación de oxígeno en cada punto de muestreo.

b.4) Biota Acuática

A continuación, se explican en detalle las metodologías aplicadas para cada uno de los componentes bióticos estudiados.

b.5) Macrófitas

En un tramo de 50 m en la orilla del sistema evaluado, paralelo al cuerpo de agua con un buffer de 10 m por lado, se estudió la riqueza y composición de la flora acuática considerando aquellas que habitan directamente el ecosistema acuático (hidrófitas natantes, flotantes, emergentes, etc.), así como aquellas que se encuentran en la parte terrestre del buffer del transecto (helófitas). Los ejemplares que no pudieron ser clasificados en terreno fueron fijados *in situ* con alcohol al 95% y trasladados al laboratorio para identificación a la mayor resolución taxonómica posible. Este muestreo es de tipo cualitativo estandarizado en un transecto para estimar riqueza, por lo que el resultado fue expresado como número de especies en cada punto de muestreo.

La identificación de especies se realizó tanto en terreno como en laboratorio de acuerdo a los criterios de Ramírez et al. (1982), Matthei (1995), y San Martín et al. (1999).

b.6) Zoobentos

Se tomaron una muestra de zoobentos (N=1) en cada punto de muestreo mediante una red surber de 30x30 cm, con una abertura de malla de 500 µm. Las muestras fueron fijadas in situ con alcohol al 80% (utilización de alcohol al 95% para concentración final ~80%), y trasladadas al Laboratorio para identificación y recuento de individuos utilizando una lupa estereoscópica NIKON, hasta el nivel taxonómico lo más bajo posible dadas las claves disponibles. En particular, la identificación de organismos del zoobentos para el presente estudio se realizó mediante las claves de Domínguez y col (2009).

El ensamble fue caracterizado en base a los parámetros comunitarios abundancia total (Ind/m^2), riqueza total (número de taxa), equidad (J') y diversidad biológica (bits por individuo) (Krebs 1988).

b.7) Fauna Íctica

El muestreo de peces se realizó mediante pesca eléctrica, utilizando un equipo electrónico de bajo impacto (SAMUS 725MP). La técnica empleada, que permite la recuperación y restitución de los ejemplares en el sitio de muestreo, se aplicó por unidades de tiempo fijas de hasta 30 minutos o estandarizada en barridos representativos de 100 m^2 por cada punto de muestreo. La pesca eléctrica fue aplicada por un profesional y un asistente técnico, considerando los estándares de seguridad internacionales (FAME 2002). Los ejemplares capturados fueron identificados *in situ*, medidos para talla (longitud total) y peso (peso total), y liberados en el lugar. Con esta información se determinó el factor de condición (K; Lagler, 1956).

La pesca de investigación realizada durante la campaña de crecidas (19 de julio al 02 de julio del año 2017), se realizó conforme al permiso de pesca nacional autorizado por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura mediante resolución exenta Nº 3007, 11 de septiembre de 2017. La identificación de la fauna íctica se hizo utilizando Vilma (2006).

b.8) Análisis de la Información

b.8.1) Parámetros Comunitarios

Para zoobentos se estimaron índices comunitarios que permiten contener en un sólo valor información de la comunidad en su totalidad, por estación de muestreo. Éstos fueron la riqueza específica (S), la abundancia total (N), Riqueza de especies o taxa (S), índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') y equidad (J). Estos atributos fueron comparados entre los puntos de muestreo para detectar diferencias, mediante el test ANOVA de una vía con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0,05$).

Una breve descripción y las fórmulas de cálculo para los diferentes índices se entregan a continuación:

- Abundancia total (N): corresponde al número total de individuos en cada muestra.
- Riqueza específica (S): corresponde al número total de especies (o taxa) obtenido para una comunidad en un punto de muestreo.
- Índice de Diversidad de Shannon-Wienner (H'): Corresponde a un parámetro que mide la diversidad de especies o taxa en una muestra determinada. Considera la cantidad de especies presentes en el Área de Estudio (riqueza específica) y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia). Mide el grado de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una muestra:

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} Ln\,(p_i)$$

Donde:

H': Índice de diversidad de Shannon-Wienner.

p_i: Proporción de individuos en la muestra que pertenecen a la especie i (número de individuos de la especie i dividido por el número total de individuos de la muestra).

S : Número total de especies presentes (riqueza específica).

- Equidad (J'): El índice de equidad o de homogeneidad (evenness, en inglés), mide la proporción en que se encuentra representada la diversidad observada respecto a la máxima diversidad esperada. Es decir, compara qué tan diversa es una muestra en relación a la diversidad máxima esperada a partir del número de especies presentes. Su valor va de 0 a 1.

- Es inversamente proporcional a la dominancia, por lo que cuanto mayor es el valor obtenido, menor es la dominancia de uno o más especies (o taxa) en una muestra, y más homogénea (o equitativa) es ésta, y viceversa:

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Donde:

J' : Índice de uniformidad.

H' : Índice de diversidad de Shannon-Wiener.

$H'max$: Diversidad máxima esperada, calculada como ln(S).

b.8.2) Bioindicadores de Calidad de Agua

Se calculó el índice biótico de familias adaptado para Chile (ChIBF), el cual contempla el uso de zoobentos como indicadores de la calidad del sistema acuático. Este índice biótico clasifica los cuerpos de agua en razón de la composición y tolerancia de los taxa frente a perturbaciones ambientales. De esta manera, la presencia o ausencia de un grupo y su abundancia se pondera según la sensibilidad que presenta al factor de perturbación que se quiera valorar. Entre los índices bióticos en Chile, el ChIBF tiene mayor aceptación y suele utilizarse en conjunto con el SIGNAL (Figueroa y col., 2007).

El Índice Biótico de Familias (IBF) fue desarrollado por Chutter (1972) para los ríos de Sudáfrica y modificado por Hinselhoff (1988) para aguas de climas templados de Norteamérica. Actualmente es uno de los más utilizados por la US EPA (Mackie, 2001). Este índice, considera el tipo de familias presentes en un tramo del río y el puntaje asignado a cada familia, en función a su sensibilidad a la contaminación. Permite clasificar el tramo de un río de Clase I (Cuadro 5.2.3.3-4). La aplicación en Chile del IBF (ChIBF) considera lo señalado por Figueroa y col (2007).

CUADRO 5.2.3.3-4
SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA BASADO EN LOS VALORES DEL ÍNDICE BIÓTICO DE FAMILIAS (CHIBF)

Clase de Calidad	Rango del ChIBF	Calidad de Agua
I	< 3,75	Excelente
II	3,76 - 4,25	Muy buena
III	4,26 - 5,00	Buena
IV	5,01 - 5,75	Regular
V	5,76 - 6,50	Relativamente mala
VI	6,51 - 7,25	Mala
VII	> 7,26	Muy mala

Fuente: Figueroa y col., 2003.

El valor del ChIBF se obtiene de la fórmula:

$$\text{IBF} = \frac{\sum_i \ n_i \, t_i}{N}$$

Donde:

ni = Número de individuos por familia.

ti = Puntaje de tolerancia asignado a cada familia (Ver Cuadro 5.2.3.3-5).

N = Total de individuos de la muestra.

Los puntajes de tolerancia se muestran en el Cuadro 5.2.3.3-5, donde el valor 0 es asignado a las familias más sensibles a la contaminación orgánica y un valor 10 a las familias más tolerantes. Las familias que no tengan valor de tolerancia, no se incluyen en la fórmula para calcular el índice. El ChIBF se calculó para todos los puntos de muestreo.

CUADRO 5.2.3.3-5
VALORES DE TOLERANCIA PARA MACRO INVERTEBRADOS BENTÓNICOS DULCEACUÍCOLAS

Orden o Clase	Familia	Valor de Tolerancia
Plecoptera	Gripopterygidae	1
	Notonemouridae	0
	Perlidae	1
	Diamphipnoidae	0
	Eustheniidae	0
	Austroperlidae	1

CUADRO 5.2.3.3-5
VALORES DE TOLERANCIA PARA MACRO INVERTEBRADOS BENTÓNICOS DULCEACUÍCOLAS

Orden o Clase	Familia	Valor de Tolerancia
Ephemeroptera	Baetidae	4
	Caenidae	7
	Leptophlebiidae	2
	Siphloneuridae	7
	Oligoneuridae	2
	Ameletopsidae	2
	Coloburiscidae	3
	Oniscigastridae	3
Odonata	Aeshnidae	3
	Calopterygidae	5
	Gomphidae	1
	Lestidae	9
	Libellulidae	9
	Coenagrionidae	9
	Corduliidae	5
	Petaluridae	5
Trichoptera	Calamoceratidae	3
	Glossosomatidae	0
	Helicopsychidae	3
	Hydropsychidae	4
	Hydroptilidae	4
	Leptoceridae	4
	Limnephilidae	2
	Ecnomidae	3
	Helicophidae	6
	Polycentropodidae	3
	Philopotamidae	2
	Hydrobiosidae	0
	Sericostomatidae	3
Megaloptera	Corydalidae	0
	Sialidae	4
Lepidoptera	Pyralidae	5
Turbellaria	Todas las familias	4
Acari	Todas las familias	4
Decapoda	Todas las familias	6
Coleoptera	Elmidae	4
	Psephenidae	4
Diptera	Athericidae	2
	Blephariceridae	6
	Ceratopogonidae	6
	Chironomidae	7
	Empididae	6
	Ephydridae	6
	Psychodidae	10
	Simuliidae	6
	Tipulidae	3

CUADRO 5.2.3.3-5
VALORES DE TOLERANCIA PARA MACRO INVERTEBRADOS BENTÓNICOS DULCEACUÍCOLAS

Orden o Clase	Familia	Valor de Tolerancia
Amphipoda	Gammaridae	4
	Hyalellidae	8
Mollusca	Amnicolidae	6
	Lymnaeidae	6
	Physidae	8
	Sphaeriidae	8
	Chilinidae	6
Oligochaeta	Todas las familias	8
Hirudinea	Todas las familias	10

Fuente: Figueroa y col., 2003.

b.8.3) Clasificación de Especies

El análisis del estado de conservación de las especies se realizó según los Decretos Supremos para clasificación de especies (según lo estipulado en el Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres, RCE, del 3 de junio del 2004),considerando los 13 procesos de clasificación vigentes (D.S. N° 151/2006 MINSEGPRES, D.S. N° 50/2008 MINSEGPRES, D.S. N° 51/2008 MINSEGPRES, D.S. N° 23/2009 MINSEGPRES, D.S. N° 33/2011 MMA, D.S. N° 41/2011 MMA, D.S. N° 42/2011 MMA, D.S. N° 19/2012 MMA, D.S. N° 13/2013 MMA, D.S. N° 52/2014 MMA, D.S. N° 38/2015 MMA, D.S .Nº 16/2016 MMA y D.S. Nº 6/2017).

5.2.3.4. Resultados

a) Revisión Bibliográfica

a.1) Caracterización de los Sistemas Acuáticos

Existen diferentes factores que inciden en la calidad del agua en el sistema acuático bajo estudio. Como factores naturales, en este sistema se destaca la lixiviación superficial y subterránea de filones mineralizados junto a la escorrentía de aluminosilicatos sedimentarios. En el caso de los factores antropogénicos, inciden las descargas difusas de plaguicidas y fertilizantes, la contaminación difusa por ganadería y aguas servidas (DGA, 2004).

En este sentido, los principales parámetros de calidad de agua que podrían verse afectados por dichas actividades en el río Mostazal, serían la presencia de un alto contenido de coliformes fecales, demanda bioquímica de oxígeno, y una elevada concentración de los metales Cobre, Manganeso, Selenio y Aluminio en el agua (DGA, 2004).

En cuanto a las variables físico-químicas medidas en el río Mostazal (DGA, 2004), indican que este cuerpo de agua presenta en general una muy buena calidad de agua, como se aprecia en el Gráfico 5.2.3.4-1. En particular, los parámetros de conductividad eléctrica (<600 µS/cm), el oxígeno disuelto (>7,5 mg/L), pH (entre 6,5-8,5) y RAS (<2,4), son considerados como de Clase Excepcional según la guía CONAMA, 2004.

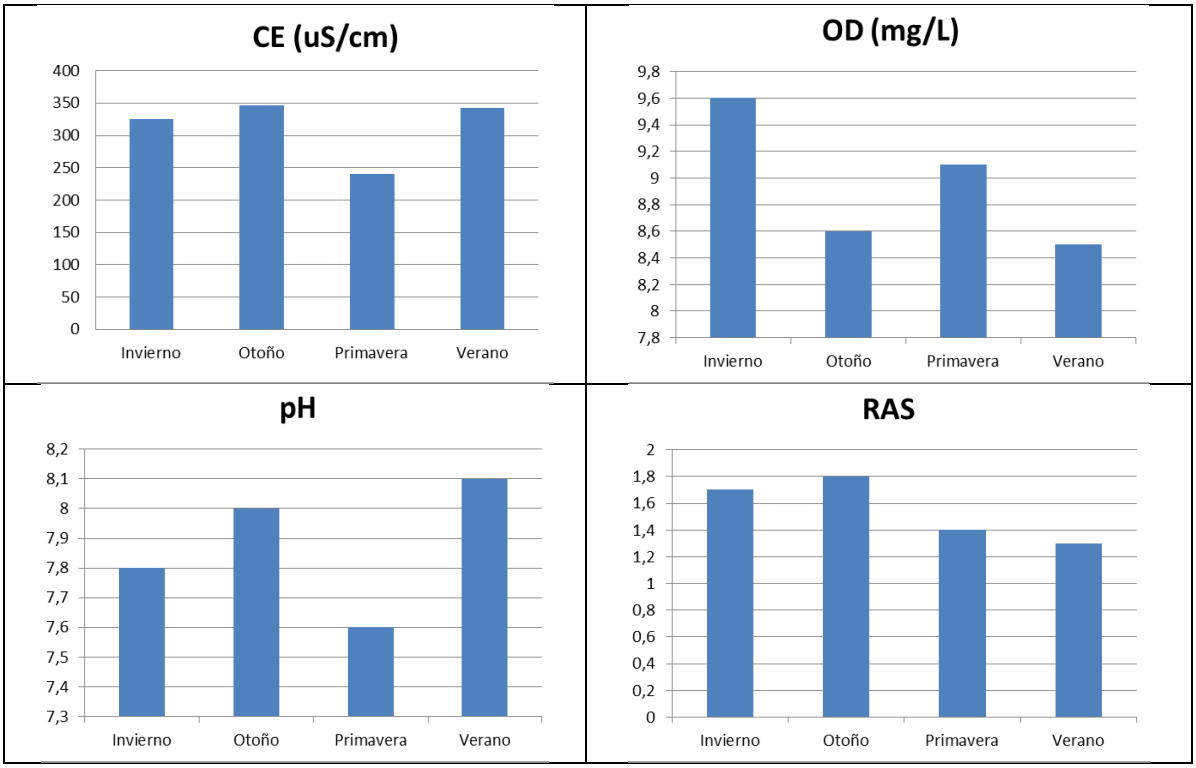


GRÁFICO 5.2.3.4-1
VARIACIÓN ESTACIONAL DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DEL RÍO MOSTAZAL
Fuente: DGA 2004.

En cuanto a los metales pesados, sólo el Hierro (<0,8 mg/l) y el Manganeso (>0,04 mg/l) presentan concentraciones que permiten clasificarlos como de Clase Excepción, adecuadas para la conservación de las comunidades acuáticas (según la Guía CONAMA 2004) (Ver Gráfico 5.2.3.4-2).

Por otro lado, los metales Cobre (0,02 mg/l) y Aluminio (0,45 mg/l), se clasifican de Clase 2 (Buena Calidad) y Clase 3 (Calidad Regular) respectivamente, según la guía de la CONAMA (2004). Sin embargo, para ambos casos, sus concentraciones aún son adecuadas para la conservación de las comunidades acuáticas (CONAMA 2004).

A partir de estos resultados, junto con los constantes monitoreos de la DGA, se han sugerido valores de calidad ambiental para los distintos parámetros normados para el río Mostazal dentro del anteproyecto “Normas de calidad ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales en la cuenca del río Limarí” (CENMA 2010), el cual se encuentra actualmente en revisión. Los distintos valores se encuentran expresados a continuación en el Cuadro 5.2.3.4-1.

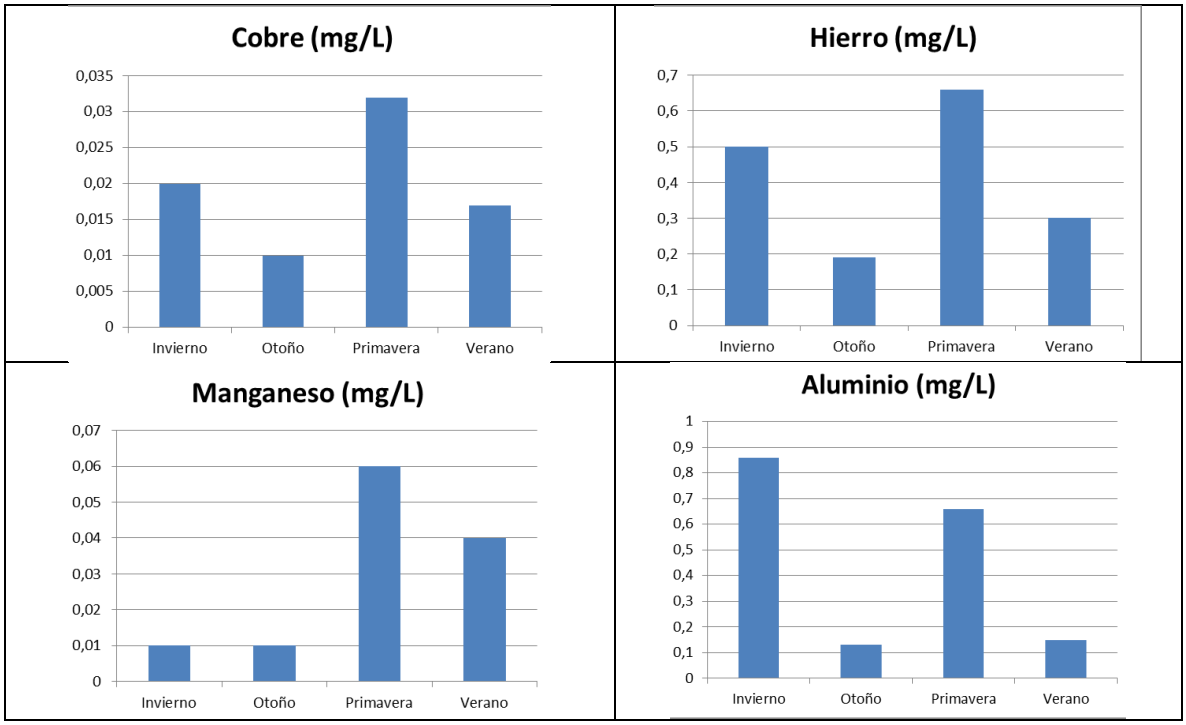


GRÁFICO 5.2.3.4-2
VARIACIÓN ESTACIONAL DE METALES PRINCIPALES EN EL RÍO MOSTAZAL
Fuente: DGA, 2004.

CUADRO 5.2.3.4-1
NIVEL CALIDAD AMBIENTAL EN EL ÁREA DE VIGILANCIA RÍO MOSTAZAL

Parámetro	Unidad	Valor
Físico-Químicos		
Conductividad Eléctrica (CE)	µS/cm	550
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBQ)	mg/L	35
Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L	> 6,0
pH	Rango	6,5 - 8,5
Relación de absorción de sodio (RAS)	-	0,5
Temperatura (T °)	C °	27-7
Inorgánicos		
Cloruro	mg/L	14
Sulfato	mg/L	80
Nitrato	mg/L	0,4
Fosfato	mg/L	0,03
Metales Esenciales Totales		
Cobre	mg/L	0,04
Hierro	mg/L	0,5
Manganeso	mg/L	0,006
Zinc	mg/L	0,003
Metales no Esenciales Totales		
Aluminio	mg/L	1,3
Arsénico	mg/L	0,005

Fuente: Anteproyecto de Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la Cuenca del río Limarí (DGA 2010; CENMA, 2010).

a.2) Comunidades Biológicas

a.2.1) Macrófitas

Respecto a las macrófitas, se ha registrado una considerable riqueza y diversidad de flora acuática potencial (Palma y col., 2013), como se indica en la Cuadro 5.2.3.4-2. En este caso se ha registrado la presencia de 14 taxas de flora acuática, de las cuales 11 corresponden a especies nativas (*Azolla filiculoides, Cardamine nastutioides, Chara vulgaris, Cyperus eragrostis, Equisetum bogotense, Myriophyllum aquaticum, Potamogeton pusillus, Ranunculus trichophyllus, Mimulus glabratus, Mimulus luteus* y *Typha angustifolia*) y 4 a especies introducidas (*Callitriche palustris, Juncus effusus, Paspalum distichum y Eichhornia crassipes*). De las especies listadas, la mayoría (78,6%) es nativa del territorio nacional, sin embargo, ninguna se encuentra listada en alguna categoría de conservación según normativa vigente.

CUADRO 5.2.3.4-2
MACRÓFITAS POTENCIALES EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Especie	Hábito	Forma de Vida	Hábitat	Origen	Clasificación
Azolla filiculoides	Hidrófitos	Criptófitos	Dulceacuícola	Nativo	-
Callitriche palustris	Hidrófitos	Criptófitos	Dulceacuícola	Introducido	-
Cardamine nastutioides	Helófito	Hemicriptófitos	Dulceacuícola	Nativo	-
Chara vulgaris	-	-	Dulceacuícola	Nativo	-
Cyperus eragrostis	Helófito	Hemicriptófitos	Dulceacuícola	Nativo	-
Equisetum bogotense	Helófito	Criptófitos	Dulceacuícola	Nativo	-
Myriophyllum aquaticum	Hidrófitos	Criptófitos	Dulceacuícola	Nativo	-
Juncus effusus	Helófito	Hemicriptófitos	Dulceacuícola	Introducido	-
Paspalum distichum	Helófito	Hemicriptófitos	Salobre	Introducido	-
Eichhornia crassipes	Hidrófitos	Criptófitos	Dulceacuícola	Introducido	-
Potamogeton pusillus	Hidrófitos	Criptófitos	Dulceacuícola	Nativo	-
Ranunculus trichophyllus	Hidrófitos	Criptófitos	Dulceacuícola	Nativo	-
Mimulus glabratus	Helófito	Caméfitos	Dulceacuícola	Nativo	-
Mimulus luteus	Helófito	Caméfitos	Dulceacuícola	Nativo	-
Typha angustifolia	Helófito	Criptófitos	Dulceacuícola, Salobre	Nativo	-

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al hábito de vida, predominan las plantas palustres emergentes (Helófitos) con un 57,1%, junto con las plantas acuáticas sumergidas, natantes y flotantes (Hidrofitos) con un 42,9%. Dichas formas de vida, están determinadas por la profundidad, velocidad de la corriente de agua y naturaleza del sustrato del lecho del cuerpo del río (Vila y col., 2006).

En cuanto a las formas de vida, se pudieron identificar 3 tipos según los criterios de clasificación de Raunkiaer (1934):

- Caméfitos: Plantas con la parte inferior leñosa y persistente, las yemas de renuevo se encuentran a menos de 30 cm por encima del suelo, sobre brotes aéreos cortos, rastreros o rectos),

- Hemicriptófitos: Las yemas de renuevo se encuentran al ras del suelo, el aparato aéreo es herbáceo y desaparece en gran parte al inicio de la estación desfavorable. Presenta gran variedad de formas, entre las que destacan las estructuras en roseta o las que poseen rizomas rampantes.

- Criptófitos: Plantas que subsisten mediante bulbos, tubérculos o rizomas ubicados bajo el agua de forma subterránea.

En este sentido, en el caso de las plantas acuáticas la forma de vida fue exclusivamente Criptófita, mientras que para las plantas palustres se presentaron los 3 hábitos previamente descritos, siendo el Hemicriptófitos el más frecuente.

a.2.2) Zoobentos

En términos generales, se ha descrito una elevada riqueza y diversidad de macroinvertebrados bentónicos, con 28 taxa potenciales en el Área de Estudio. En este caso, predominan los grupos funcionales depredadores (principalmente insectos del orden Diptera y Odonata), ramoneadores (insectos del orden Ephemeroptera y gastrópodos del orden Basommatophora) y recolectores (insectos del orden Diptera y Trichoptera, junto con gusanos segmentados de la clase Oligochaeta), como se aprecia en el Cuadro 5.2.3.4-3.

Los recolectores, son organismos que se alimentan de materia orgánica particulada derivada de la vegetación ribereña, presentando una importante función en la descomposición de hojarasca. Presentan modificaciones en su boca que no les permiten reducir el tamaño de la materia orgánica, por lo que sólo consumen pequeñas partículas (< 1mm). Este grupo funcional es común, pero tiende a ser más abundante en ecosistemas acuáticos con flujos lentos, donde las partículas de materia vegetal tienden a ser más abundantes (Ramírez y Gutiérrez-Fonseca 2014).

Los hábitos alimenticios de los ramonadeores también se centran en la materia vegetal, cortando grandes partículas de hojas y maderas en pedazos pequeños, siendo así de gran importancia al ingresar este material fino a los ecosistemas acuáticos. Por otro lado, los depredadores son organismos que consumen a otros organismos, usando diferentes estrategias para capturarlos, incluyendo modificaciones en sus estructuras (desarrollo de dientes, modificación en sus piernas, inyección de veneno) y en su comportamiento. Presentan una importante función ecosistémica al controlar las poblaciones de otros organismos (Ramírez y Gutiérrez-Fonseca 2014).

En ríos desérticos fríos se ha descrito que el ensamble bentónico se encuentra dominado por recolectores, siendo en menor medida compuesto por depredadores y ramoneadores (Gaines y col, 1992), por lo que los resultados presentados en este documento bibliográfico deben ser complementados con los estudios de campo.

CUADRO 5.2.3.4-3
ZOOBENTOS POTENCIALES EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Clase	Orden	Familia	Grupo Funcional
Acari	Trombidiformes	Hydrachnidia	DEP
Bivalvia	Veneroida	Sphaeriidae	FIL
Gastropoda	Basommatophora	Ancylidae	RAM
Gastropoda	Neotaenioglossa	Hydrobiidae	RAM
Gastropoda	Basommatophora	Physidae	RAM
Gastropoda	Basommatophora	Planorbidae	RAM
Hirudinea	Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	REC
Insecta	Coleoptera	Elmidae	RAM
Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	DEP
Insecta	Diptera	Chironomidae	REC/RAM
Insecta	Diptera	Empididae	DEP
Insecta	Diptera	Ephydridae	REC/DEP
Insecta	Diptera	Simuliidae	FIL
Insecta	Diptera	Tipulidae	DEP
Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	REC/RAM
Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	RAM
Insecta	Odonata	Aeshnidae	DEP
Insecta	Odonata	Coenagrionidae	DEP
Insecta	Odonata	Gomphidae	DEP
Insecta	Odonata	Libellulidae	DEP
Insecta	Trichoptera	Ecnomidae	FRA
Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	REC
Insecta	Trichoptera	Hydroptilidae	RAM
Insecta	Trichoptera	Leptoceridae	REC/FRA
Malacostraca	Amphypoda	Hyalellidae	REC/DEP
Oligochaeta	Opisthopora	Lumbricidae	REC
Oligochaeta	Tubificida	Naididae	REC
Trepaxonemata	Neoophora	Dugesiidae	DEP

Claves de los grupos funcionales DEP: Depredador; FIL: Filtrador; REC: Recolector; FRA: Fragmentador; y RAM: Ramoneador.

Fuente: Elaboración propia.

a.2.3) Anfibios en Fase Acuática

De las 63 especies nativas que componen la fauna de anfibios chilena (Lobos y col., 2013), sólo 6 especies han sido consideradas como potenciales para el área de influencia: sapo arriero (Alsodes nodosus); rana chilena (Calyptocephalella gayi), sapito de cuatro ojos (Pleurodema thaul), sapo de rulo (Rhinella arunco), sapo de Atacama (Rhinella atacamensis) y sapo espinoso (Rhinella spinulosa) (Vila y col., 2006; Vidal y Lillo 2008). En este caso, todas las especies potenciales se encuentran listadas dentro de alguna categoría de conservación vigente, como se indica en el Cuadro 5.2.3.4-4.

CUADRO 5.2.3.4-4
ANFIBIOS POTENCIALES EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Nombre científico	Nombre común	Origen	Clasificación	Fuente
Alsodes nodosus	Sapo arriero	Endémica	Casi Amenazada	DS 42/2011 MMA
Calyptocephalella gayi	Rana chilena	Endémica	Vulnerable	DS 50/2008 MINSEGPRES
Pleurodema thaul	Sapito de cuatro ojos	Nativa	Casi Amenazada	DS 41/2011 MMA
Rhinella arunco	Sapo de rulo	Endémica	Vulnerable	DS 41/2011 MMA
Rhinella atacamensis	Sapo de Atacama	Endémica	Vulnerable	DS 41/2011 MMA
Rhinella spinulosa	Sapo espinoso	Nativa	Preocupación menor	DS 41/2011 MMA

Fuente: Elaboración propia.

Las especies consideradas como "Vulnerables" (sapo de rulo, rana chilena y sapo de Atacama) señalan un riesgo de extinción, requiriendo medidas de conservación; mientras que las especies clasificadas como "Casi Amenazada" (sapo arriero y sapito de cuatro ojos) presentan una amenaza potencial. En cuanto al sapo espinoso, considerado como de "Preocupación menor" las prioridades apuntan a obtener mayor información de su biología y estado de sus poblaciones.

Las principales amenazas ambientales que afectan la distribución y abundancia de los anfibios considerados, son la contaminación de las aguas (sapo de Atacama y sapito de cuatro ojos), la construcción de represas (sapo espinoso) y la expansión de asentamientos humanos (sapo arriero) (Vilma y col, 2006).

a.2.4) Fauna Íctica

Respecto de la composición de los peces, se ha descrito una baja riqueza y diversidad en la cuenca del río Limarí (DGA, 2004). Particularmente se han reportado 2 especies chilenas: Pejerrey chileno (Basilichthys microlepidotus) y Bagrecito (Trichomycterus areolatus), ambas consideradas como "Vulnerable" según el DS 51/2008 MINSEGPRES. Por otro lado, se ha descrito la presencia de las especies introducidas Mojarrita; Chanchito, Gambusia y Carpa (Palma y col., 2013), como se indica en el Cuadro 5.2.3.4-5.

CUADRO 5.2.3.4-5
FAUNA ÍCTICA POTENCIAL EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Nombre científico	Nombre común	Origen	Clasificación	Fuente
Basilichthys microlepidotus	Pejerrey chileno	Endémico	Vulnerable	DS 51/2008 MINSEGPRES
Trichomycterus areolatus	Bagrecito	Nativo	Vulnerable	DS 51/2008 MINSEGPRES
Cheirodon interruptus	Mojarrita	Introducido	-	-
Cichlasoma facetum	Chanchito	Introducido	-	-
Gambusia holbrooki	Gambusia	Introducido	-	-
Cyprinus carpio	Carpa	Introducido	-	-

Fuente: Elaboración propia.

Los principales factores que afectan a los peces límnicos en Chile corresponden a la contaminación y obstrucción de los cursos de agua (particularmente para el caso del Bagrecito); junto con la fragmentación del cuerpo de agua y la depredación (en cuanto al Pejerrey chileno) (Vila y col., 2006).

b) Levantamiento de Información en Terreno

b.1) Condición del Hábitat Fluvial

Dentro de los ocho puntos de muestreo evaluados, todos presentaron un cuerpo de agua con caudal. La característica de hábitat de cada uno se describe a continuación.

Dentro de las estaciones de muestreo evaluadas, se observó que el tipo de sistema fue siempre del tipo río. En general, el tipo de cauce fue recto y en algunas estaciones se presentaron meandros. El ancho de la caja del cauce no superó los 10 m, salvo para la estación PA-08 donde se alcanzaron los 15 m. Por otra parte, la sección de la caja con cuerpo de agua (Ancho mojado) superó los 5 m solo en PA-08, donde se alcanzaron los 10 m.

El tipo de sustrato estuvo dominado por la presencia de arena, gravas y bloques. Sin embargo, en algunas estaciones también se evidenció la presencia de guijarros y limo. La velocidad del río en la sección evaluada en general fue baja y no superando el 1 m/s. De la misma forma, la profundidad del cauce no superó los 0,6 m, salvo en PA-03 donde se alcanzó 1 m. Dentro de las propiedades del cauce, la cobertura de vegetación acuática no supero el 25%, estando ausente de cobertura PA-01, PA-02, PA-03, PA-5, PA-06 y PA-07. Mientras que en PA-04 se alcanzó entre el 26-50%. Además, este presentó una coloración transparente en todo el tramo, no observándose en alguno de las estaciones evaluadas la presencia de olores, solidos flotantes, espumas no naturales, petróleo o hidrocarburos.

Finalmente, dentro de las alteraciones del entorno se observó principalmente un uso del suelo con fines agrícolas y ganaderos en gran parte de las estaciones evaluadas. Junto con esto, la presencia de puentes, caminos y particularmente especies exóticas de flora (zarzamora en la ribera) en la estación PA-07.

En el Cuadro 5.2.3.4-6, se resumen las características del hábitat fluvial de la sección de los ríos Mostazal, San Miguel y Grande evaluados, en tanto en Fotografía 5.2.3.4-1 se presentan las ocho estaciones de muestreo consideradas.

CUADRO 5.2.3.4-6
CONDICIÓN DEL HÁBITAT FLUVIAL EN LA SECCIÓN EVALUADA DEL RÍO MOSTAZAL

Condición	PA-01	PA-02	PA-03	PA-04	PA-05	PA-06	PA-07	PA-08
Tipo de sistema	Río Mostazal	Río Mostazal	Río San Miguel	Río Mostazal	Río Mostazal	Río San Miguel	Río Mostazal	Río Grande
Tipo de cauce	Recto	Recto	Sinuoso	Recto con meandros	Recto con meandros	Recto con meandros	Recto con meandros	Recto
Fecha muestreo	18-10-2017	18-10-2017	17-10-2017	18-10-2017	19-09-2017	19-10-2017	19-10-2017	19-10-2017
Hora muestreo	10:00	12:06	19:38	12:08	14:00	19:10	15:30	16:53
Tiempo meteorológico	Nublado Parcial	Nublado parcial	Despejado	Despejado	Despejado	Despejado	Despejado	Despejado
Ancho caja cauce (m)	6	6	5	6	8	4	6	15
Ancho mojado de cauce (m)	3	3	3	3	4	2	3	10
Tipo de sustrato	Arena, grava, guijarros, bloques	Arena, grava, guijarros, bloques	Bloques, arena	Arena, grava, guijarros, bloques	Limo, bloques	Limo, bloques	Arena, grava, guijarros, bloques	Limo, bloques
Velocidad (m/s)	0,5	1	0,5	0,5	0,8	1	0,3	0,5
Profundidad típica (m)	0,4	0,3	1	0,4	0,6	0,2	0,6	0,1
Cobertura veg. Acuática	Ausente	Ausente	Ausente	26-50%	Ausente	Ausente	Ausente	<10%
Porcentaje de sombra	Sombreado con ventanas	Sombreado con ventanas	Totalmente sombreado	Sombreado con ventanas	Sombreado con ventanas	Sombreado con ventanas	Expuesto totalmente	Expuesto totalmente
Uso del entorno	Natural	Ganadero	Ganadero	Agrícola	Rural	Ganadero	Rural	Natural
Alteraciones ribera	Camino	Puente, Camino	Camino	Camino	Camino	Camino	Especies exóticas (Zarzamora)	Puente, camino, muelle
Color visible	Transparente	Transparente	Transparente	Transparente	Transparente	Transparente	Transparente	Transparente
Olor	No	No	No	No	No	No	No	No
Sólidos flotantes	No	No	No	No	No	No	No	No
Espumas no naturales	No	No	No	No	No	No	No	No
Petróleo o HC	No	No	No	No	No	No	No	No

Fuente: Elaboración propia.



Estación de muestreo PA-01



Estación de muestreo PA-02



Estación de muestreo PA-03



Estación de muestreo PA-04



Estación de muestreo PA-05



Estación de muestreo PA-06



Estación de muestreo PA-07



Estación de muestreo PA-08

FOTOGRAFÍA 5.2.3.4-1
ESTACIONES DE MUESTREO HÁBITAT FLUVIAL ÁREA DE ESTUDIO
Fuente: Equipo consultor.

b.1.1) Condiciones Físicas y Químicas del Agua

A continuación, se describen los resultados de los parámetros fisicoquímicos medidos in situ en las estaciones de muestreo establecidas. En general, los parámetros medidos permiten clasificar a la sección evaluada como de calidad "Buena" a "Excepcional" para la conservación de las comunidades acuáticas, según los criterios de la guía de la CONAMA (2004).

Dentro de todas las estaciones, los valores de pH estuvieron dentro del rango 6,5- 8,5, considerándose de "Clase excepcional". Por otra parte, la conductividad eléctrica alcanzó un valor máximo de 350 µS/cm en las estaciones PA-02 y PA-07 y un valor mínimo de 80 µS/cm en PA-06, considerándose de "Clase excepcional" en todas las estaciones de muestreo. Del mismo modo se observó para los sólidos disueltos los que no superaron un valor de 180 mg/l. Finalmente, para el oxígeno disuelto, todas las estaciones están dentro de una "Buena" calidad, salvo para el caso de PA - 03 la cual está dentro de una calidad "Muy buena" para la conservación de las comunidades acuáticas (Cuadro 5.2.3.4-7).

CUADRO 5.2.3.4-7
MEDICIONES PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS MEDIDOS IN SITU

Estación	pH	Temperatura (C°)	Conductividad (µS/cm)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Oxígeno Disuelto (%)
PA-01	8,2	14,2	220	120	5,7	74
PA-02	8	12,1	350	170	6,1	84
PA-03	7,7	12	180	90	7,5	77
PA-04	7,5	14,1	300	150	7,3	87
PA-05	7,7	16,0	300	150	6,7	87
PA-06	8,5	11,9	80	40	5,2	81
PA-07	7,8	20,2	350	180	5,9	82
PA-08	8,3	18,8	230	110	6,2	87

Fuente: Elaboración propia.

b.2) Biota Acuática

b.2.1) Macrófitas

Se registró la presencia de tres especies de macrófitas en dos puntos de muestreo, PA-04 y PA-08 (ver Cuadro 5.2.3.4-8 y Fotografía 5.2.3.4-2). La baja riqueza de especies puede deberse a la alta velocidad de corriente del agua en el río Mostazal.

CUADRO 5.2.3.4-8
ESPECIES DE MACRÓFITAS REGISTRADAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA

Punto	Nombre científico	Nombre común	Hábito	Origen	Categoría conservación
PA-04	***Ceratophyllum demersum***	Pelo o Pinito de agua	Sumergida	Nativa	Sin clasificación
PA-08	***Juncus sp.***	Junco	Emergente	-	Sin clasificación
PA-08	***Veronica anagallis- aquatica***	No me olvides del campo	Emergente	Introducida	Sin clasificación

Fuente: Elaboración propia.



Ceratophyllum demersum



Veronica anagallis-aquatica

FOTOGRAFÍA 5.2.3.4-2
REGISTRO DE MACRÓFITAS EN ÁREA DE INFLUENCIA
Fuente: Equipo Consultor.

b.2.2) Zoobentos

Para este componente se registró una riqueza total de diez taxa, correspondientes a siete ordenes (Cuadro 5.2.3.4-9). La presencia de este grupo fue variable y de baja riqueza a lo largo del tramo evaluado fue de baja profundidad.

En cuanto a la riqueza de especies dentro de las estaciones de muestreo se observó que la mayor riqueza fue de cinco taxa y se alcanzó en PA-04, PA-05 y PA-08, mientras que el resto de las estaciones no superaron los tres taxa. Salvo el caso de PA-01 y PA-02 donde no hubo registro de zoobentos (Gráfico 5.2.3.4-3a). Por otra parte, la densidad de individuos fue alta solo en PA-07 donde se alcanzaron los 300 ind/m^2, mientras que en el resto de las estaciones no se superó los 120 ind/m^2. En general, tanto para la riqueza como para la densidad los mayores valores fueron registrados aguas abajo.

Respecto a los parámetros comunitarios, el índice de Shannon indicó que la estación más diversa y equitativa fue PA-04, lo que indica que en esta sección del cuerpo de agua las especies componente distribuyen homogéneamente su abundancia. Por otra parte, para el resto de las estaciones si bien la diversidad fue menor, su equitatividad supero valores de J = 0,5 lo que indica que hay homogeneidad de abundancia para las especies de sus ensambles (Gráfico 5.2.3.4-3 c-d).

CUADRO 5.2.3.4-9
LISTADO TAXONÓMICO Y DENSIDAD (IND/m²) DEL ZOOBENTOS REGISTRADO EN EL ÁREA DE INFLUENCIA

Clase	Orden	Familia	PA-01	PA-02	PA-03	PA-04	PA-05	PA-06	PA-07	PA-08
Bivalvia	Veneroida	Sphaeriidae	Sin registros		-	-	11,1	-	-	-
Clltellata	Haplotaxida	Naididae			-	11,1	-	-	-	-
Gastropoda	Sorbeoconcha	Hydrobiidae			-	-	-	-	-	33,3
Hirudinea	-	-			-	11,1	-	-	-	-
Insecta	Coleoptera	Elmidae			-	-	11,1	-	11,1	11,1
	Diptera	Chironomidae			-	-	122,2	-	-	11,1
	Ephemeroptera	Baetidae			11,1	11,1	22,2	22,2	266,7	77,8
		Leptophlebiidae			33,3	11,1	-	33,3	11,1	11,1
Malacostraca	Amphipoda	Hyalellidae			-	-	11,1	-	-	-
Oligochaeta	-	-			-	22,2	-	66,7	-	-

Fuente: Elaboración propia.

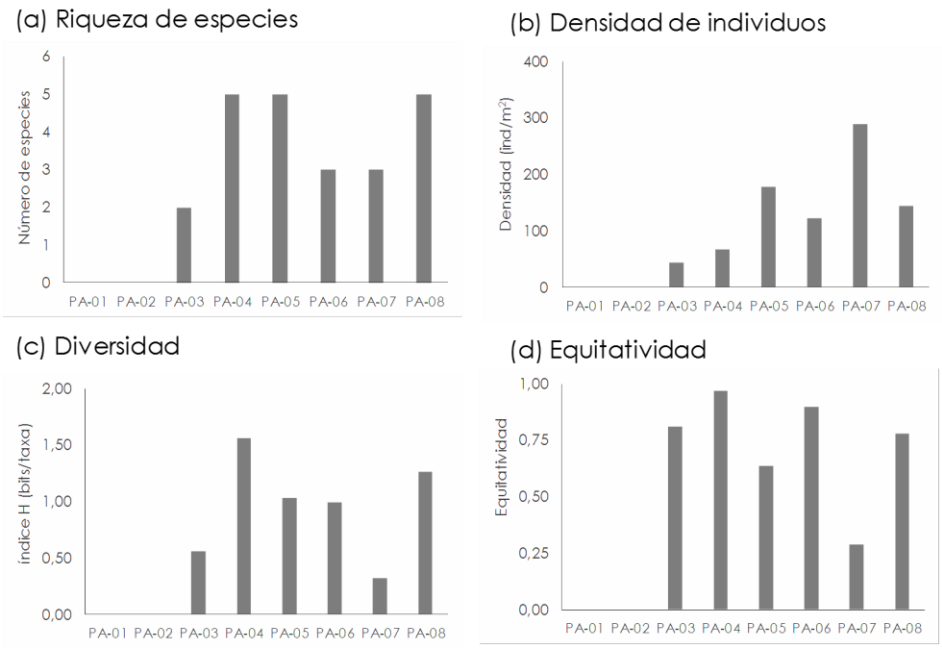


GRÁFICO 5.2.3.4-3
VALORES DE RIQUEZA DE TAXA (A), ABUNDANCIA (B), DIVERSIDAD (C) Y EQUITATIVIDAD (D) DE ZOOBENTOS REGISTRADA EN CADA ESTACIÓN DE MUESTREO.
Fuente: Elaboración propia.

b.2.2) Fauna Íctica

Para la fauna íctica se registró una riqueza total de sólo dos especies dentro del área de influencia. Dentro de ellas, *Trichomycterus areolatus,* especie nativa y clasificada en el estado de amenaza "Vulnerable" y; la especie introducida *Salmo trutta* (Ver Fotografía 5.2.3.4-3 y Cuadro 5.2.3.4- 10).



Trichomycterus areolatus



Registro de *Salmo trutta*

FOTOGRAFÍA 5.2.3.4-3
REGISTO FOTOGRÁFICO FAUNA ÍCTICA IDENTIFICADA EN TERRENO

Fuente: Equipo Consultor.

CUADRO 5.2.3.4-10
LISTADO DE FAUNA ÍCTICA REGISTRADO EN EL ÁREA DE INFLUENCIA

Nombre Científico	Nombre Común	Origen	Estado de Conservación	Documento
Trichomycterus areolatus	Bagre	Nativa	Vulnerable	DS 51/2008 MINSEGPRES
Salmo trutta	Trucha	Introducida	--	--

Fuente: Elaboración propia.

Específicamente, dentro de las estaciones de muestreo evaluadas la riqueza fue máxima en PA-08, observándose las dos especies registradas. Por otro lado, en el resto de las estaciones la riqueza no superó el registro de una especie, salvo para las estaciones PA-01 y PA-06 donde no hubo registro de fauna íctica (Gráfico 5.2.3.4-4a).

Por otro lado, para la abundancia de individuos se registró un total de 12 ejemplares de las especies capturadas, siendo nueve de *S. trutta* y solo tres de *T. areolatus*. Dentro de las estaciones de monitoreo, la abundancia fue mayor en PA-04 y PA-05 donde se alcanzó tres ejemplares en cada una, mientras que el resto de las estaciones con registro no supero los dos ejemplares (Gráfico 5.2.3.4-4b).

En cuanto a los atributos morfológicos de la fauna íctica registrada, el detalle se muestra en el Cuadro 5.2.3.4-11. No se pueden realizar inferencias sobre la calidad de la oferta de hábitat para cada especie de acuerdo al factor de condición (K), ya que en el presente informe sólo se reporta la información recopilada en solo una campaña. (Ver Fotografía 5.2.3.4-3).

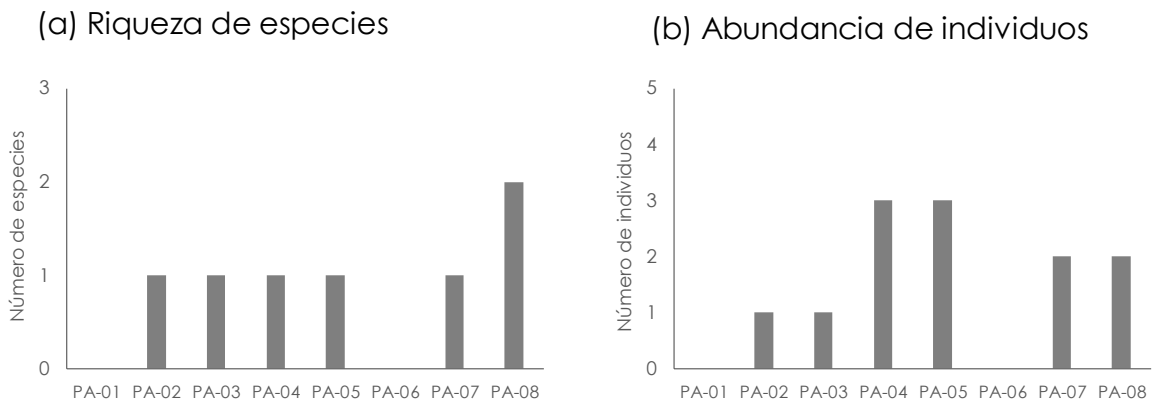


GRÁFICO 5.2.3.4-4
VALORES DE RIQUEZA (A) Y ABUNDANCIA (B) DE FAUNA ÍCTICA
Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 5.2.3.4-11
LISTADO DE FAUNA ÍCTICA POR PUNTO DE MUESTREO Y SU INFORMACIÓN MORFOLÓGICA

Punto muestreo	Nombre Científico	Nombre Común	Largo (cm)	Peso (g)	K
PA-02	*Salmo trutta*	Trucha común	11	15,6	0,3
PA-03	*Salmo trutta*	Trucha común	10,6	12,5	0,5
PA-04	*Salmo trutta*	Trucha común	4	0,2	50000,0
	Salmo trutta	Trucha común	14	25	0,1
	Salmo trutta	Trucha común	50	2000	0,0
PA-05	*Salmo trutta*	Trucha común	5	1,6	122,1
	Salmo trutta	Trucha común	15	25	0,1
	Salmo trutta	Trucha común	5	1,6	122,1
PA-07	*Trichomycterus areolatus*	Bagrecito	4	0,5	3200,0
	Trichomycterus areolatus	Bagrecito	8	8,5	1,3
PA-08	*Trichomycterus areolatus*	Bagrecito	4	0,9	548,7
	Salmo trutta	Trucha común	5	1,3	227,6

Fuente: Elaboración propia.

5.2.3.5. Conclusión y Determinación de Sensibilidad Ambiental

- Las variables fisicoquímicas determinadas bibliográficamente indicaron que los cuerpos de agua en el Área de Estudio presentan una muy buena calidad de agua. Particularmente se considera excepcional los parámetros CE, RAS, pH y OD, según la guía CONAMA 2004. Concordante con este resultado, la campaña de terreno reveló que gran parte de los parámetros evaluados en el cuerpo de agua del área de influencia se encontraban dentro de la clase "Excepcional" Salvo el caso del oxígeno disuelto, el cual en general solo alcanzó una "Buena" calidad.

- De acuerdo a la información de gabinete se destaca la elevada concentración de los metales Cobre (aunque de Buena Calidad) y Aluminio (Calidad Regular), según los criterios de la CONAMA 2004. Sin embargo, para ambos casos las concentraciones permitirían la conservación de las comunidades acuáticas. Esto se verificó en terreno,

ya que se encontraron todos los componentes evaluados en gran parte de las estaciones de muestreo.

- En el Área de Estudio se ha registrado una considerable riqueza y diversidad de macrófitas, tanto acuáticas como palustres, siendo en su mayoría nativas. Para la actual campaña de terreno, solo se hizo registro de tres especies, ésta baja riqueza puede deberse a la velocidad de corriente del agua observada en los cauces estudiados, junto con la predominancia de sustrato de bloques y arena en la mayoría de los puntos.

- En cuanto a los zoobentos, en general se ha descrito una elevada riqueza y diversidad potencial, predominando insectos, gastrópodos y oligoquetos de hábitos dietarios de tipo depredador, ramoneador y recolector. Sin embargo, en la campaña de terreno solo se registró la presencia de diez taxa. Esto puede guardar relación con la temporalidad que presenta este grupo, donde no todos los taxa están presentes durante todo el año.

- En el caso de los anfibios potenciales del Área de Estudio, 4 especies son consideradas como endémicas de la zona (sapo arriero, rana chilena, sapo de rulo y sapo de Atacama), mientras que 2 son nativas del país (sapo de cuatro ojos y sapo espinoso). Sin embargo, durante la presente campaña solo se hizo registró indirecto de rana chilena. Se debe destacar que este grupo es sensible a las modificaciones de los hábitats que presentan cuerpos de agua y su abundancia puede estar modulada por los cambios temporales de estos ecosistemas.

- De las 6 especies de fauna íctica potencialmente reportada en el Área de Estudio, 2 son nativas de Chile (Pejerrey chileno y Bagrecito) y 4 introducidas (Mojarrita, Chanchito, Gambusia y Carpa). Discordante con esto, durante la campaña realizada solo se registraron dos especies, una nativa (bagrecito) y una introducida (trucha). Ambas en bajas abundancias.

- En el caso de las especies en categoría de conservación, se destacan los peces Pejerrey chileno y Bagrecito, ambos listadas en la categoría “Vulnerable” según DS 51/2008 MINSEGPRES. En cuanto a los anfibios, el sapo de rulo, la rana chilena y el sapo de Atacama se consideran como “Vulnerable” según los DS 41/2011 y DS 50/2008 MINSEGPRES; el sapito de cuatro ojos y el sapo arriero como “Casi Amenazada” según los DS 41/2011 y DS 42/2011, respectivamente; mientras que el sapo espinoso se encuentra listada como de “Preocupación menor” según el DS 41/2011. Sin embargo, durante la campaña de terreno solo se registró la especie amenazada *Trichomycterus areolatus*, clasificada en la categoría Vulnerable.

- La potencial afectación de las poblaciones de especies protegidas de peces y anfibios constituye un tema ambiental sensible a considerar en la construcción y operación del Proyecto. Esta potencial afección podría deberse ya sea por un detrimento en la calidad de sus aguas, modificación en la composición de la trama trófica (algunas

macrófitas, zoobentos y perifiton) o detrimento de su hábitat (pérdida y/o fragmentación de hábitat principalmente). Adicionalmente, el revestimiento de los canales de riego podría afectar poblaciones protegidas que se albergan en estos ecosistemas antrópicos.

La sensibilidad ambiental queda definida de acurdo a lo expuesto en el Cuadro 5.2.3.5-1, en consideración a los antecedentes que se tienen a la fecha.

CUADRO 5.2.3.5-1
SENSIBILIDAD AMBIENTAL COMPONENTE FLORA Y FAUNA ACUÁTICA

Alt	FE	Justificación	N	Justificación	IE	V	Justificación	S
TM_2	4	El análisis de los parámetros de calidad de agua en los tramos prospectados, indicó la existencia de condiciones favorables de calidad de agua para el desarrollo de la biota acuática.	3	Si bien en terreno no se registraron especies en el sitio de muestreo PA01, se considera que el habitad acuático de la zona analizada corresponde a un ambiente con escasa intervención antrópica, lo que podría permitir la movilidad de la fauna íctica presente en el Sitio de muestreo PA02, en donde se reconoció la presencia de *Salmo trutta* (Trucha; especie Introducida).	3.5	5	Considerando que, a pesar de reconocerse un ambiente propicio para el desarrollo de flora y fauna acuática, se registra una escasa representatividad de estos en los sitios analizados, lo que es posible atribuir una reducción de las poblaciones de Flora y fauna Acuática, situación que actualmente hace susceptible a los representantes de este componentes, frente eventuales intervenciones del medio.	4,25
SM_a	4		4	Se considera que el habitad acuático de la zona analizada corresponde a un ambiente con escasa intervención antrópica. Se constató la presencia de 3 taxas de zoobento, de un total de 10 reconocidas dentro del Área de Estudio. Si bien no se constató presencia de fauna íctica, es posible que exista desplazamiento de esta desde otros sectores, considerando la buena calidad del agua para vida acuática.	4	5		4,5
MEJ_COND	3	Baja representatividad y el alto grado de intervención de esta por actividades antrópicas.	2	La Flora y Fauna acuática asociada a la red de canales resulta escasa, dado el alto grado de intervención que existe.	2.5	1	Actualmente existe un Alto grado de intervención, producto de las obras existentes que requieren mejoras	1,75

Nota: FE: Función Ecológica; N: Naturalidad; IE: Importancia Ecológica; V: Vulnerabilidad; S: Sensibilidad

TM: Tranca Morada; SM_a: San Miguel Alto; MEJ_COND: Mejoramiento de la Conducción.

Fuente: Elaboración propia.

5.2.4. Áreas Bajo Protección Oficial

5.2.4.1. Antecedentes Generales

Este apartado tiene como objetivo identificar aquellas áreas sujetas a protección oficial en el área de influencia de las alternativas de proyecto, ya sea que éstas se encuentren en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), Ley de Bosques o cualquier otra disposición legal destinada a la protección de los recursos naturales, escénicos, paisajísticos o culturales.

Complementariamente, se verificó si el área de influencia se encuentra inserta o intercepta algún sitio prioritario para la conservación de la biodiversidad o de humedales, ya sea existente o en proceso de ingresar a esa categoría de acuerdo a la Estrategia Regional o Nacional de Biodiversidad y de Humedales.

5.2.4.2. Área de Influencia

El área de influencia para este componente, corresponde al polígono donde se desarrollarán las acciones para la ejecución y mejoras de las alternativas de obras propuestas. Queda delimitada por el Área de Influencia Total del Estudio.

5.2.4.3. Metodología

Para la identificación de todos aquellos sitios o zonas sujetas a protección oficial, catalogadas de alto valor para el patrimonio natural, se efectuó una revisión a nivel Regional y luego Provincial, de modo de acercarse al Área de Estudio.

Complementariamente a las áreas que se encuentran bajo protección oficial, se complementó la búsqueda de posibles propiedades privadas de las cuales se tenga registro espacial.

Se tomó como antecedente para las áreas protegidas oficiales, las diferentes categorías de manejo para la conservación de la Biodiversidad presentadas en el Cuadro 5.2.4.3-1, donde se excluyen las áreas marinas.

CUADRO 5.2.4.3-1
CATEGORÍAS DE MANEJO PARA LA CONSERVACIÓN

Categoría de Manejo	Sistema/Marco Regulatorio	Entidad Reguladora/ Administradora
Parque Nacional	SNASPE	CONAF
Reserva Nacional		
Monumento Natural		
Santuario de la Naturaleza	Ley 17.288/70	Ministerio de Educación, a través del Consejo de Monumentos Nacionales
Bienes Nacionales protegidos	DFL 939/77. Terrenos fiscales con fines de conservación	Ministerio de Bienes Nacionales
Reserva de la Biósfera	Programa Hombre y Biosfera, UNESCO. Ministerio de Relaciones Exteriores	CONAF, a través del SNASPE

CUADRO 5.2.4.3-1
CATEGORÍAS DE MANEJO PARA LA CONSERVACIÓN

Categoría de Manejo	Sistema/Marco Regulatorio	Entidad Reguladora/ Administradora
Sitios RAMSAR	Convención RAMSAR. D.S. 771/1981.	Regulación intersectorial y administración: Ministerio RR.EE.-CONAF, Comité Nacional de Humedales.
Áreas con prohibición de caza	Artículo 4º, Ley Nº 19.473 sobre Caza.	Carabineros de Chile, SAG, SERNAPESCA, CONAF, inspectores ad-honorem
Áreas Protegidas Privadas	No presenta	Comité Nacional Pro Defensa de la Flora y Fauna (CODEFF)
Sitios Prioritarios	No presenta	Ministerio del Medio Ambiente

Fuente: Sierralta L., R. Serrano. J. Rovira & C. Cortés (eds.). 2011. Las áreas protegidas de Chile. Ministerio del Medio Ambiente.

5.2.4.4. Resultados

No se registran áreas bajo protección dentro del Área de Estudio, tal como se aprecia en la Figura 5.2.4.4-1, donde se presentan las Áreas bajo protección dentro de la provincia del Limarí.

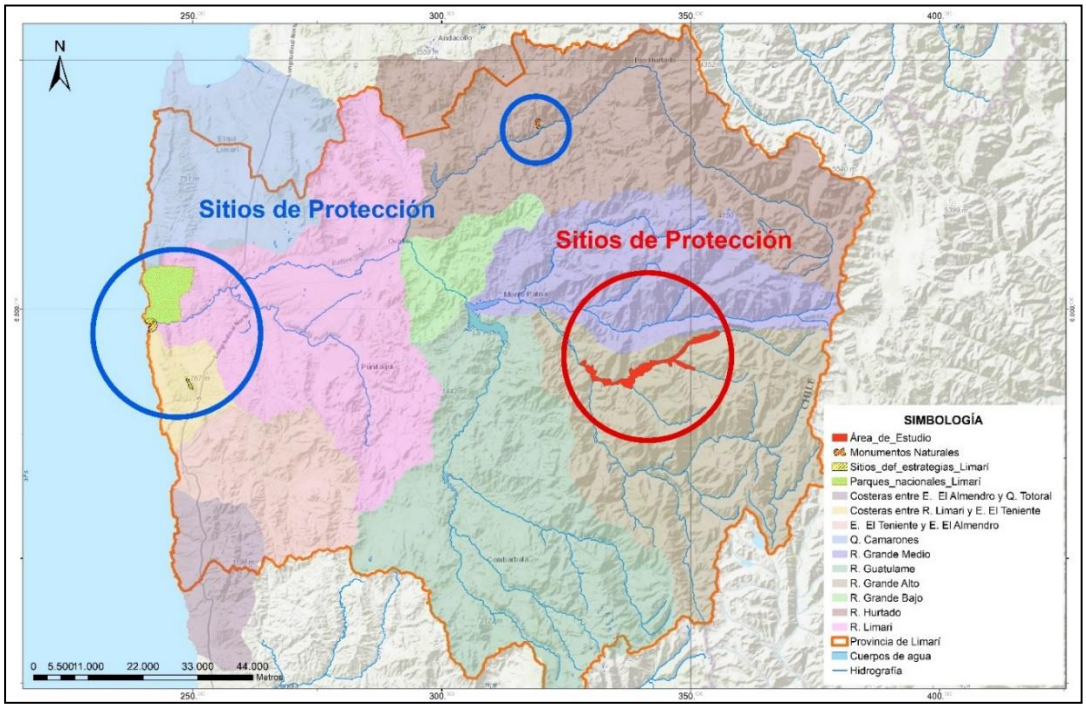


FIGURA 5.2.4.4-1
ÁREAS BAJO PROTECCIÓN OFICIAL CUENCA DEL LIMARÍ

Fuente: Elaboración propia, a partir de antecedentes contenidos en Plan de Gestión de Riego en Cuenca del Limarí.(CNR, 2016).

5.2.4.5. Conclusión y Determinación de Sensibilidad Ambiental

Dado que ninguna de las alternativas se emplaza en alguna área de protección, no se prevén mayores impactos, al menos en términos de protección oficial. Por ello no aplicaría evaluar la sensibilidad ambiental de este componente (inexistente, en términos estrictos).

No obstante, es necesario destacar que, de la información recopilada en terreno y actividades de Participación Ciudadana, se desprende un alto grado de interés en la comunidad del Área de Estudio en proteger el medio ambiente. En este sentido, no se debe descartar que el futuro se puedan establecer áreas de protección utilizando algún instrumento legal que las oficialice. Vinculado a ello, se debe hacer seguimiento a la tramitación del Proyecto de Ley que crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas y el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, cuyos cambios institucionales integran la posibilidad de que privados formen parte de las áreas protegidas oficiales.

5.2.5. Análisis de la Biodiversidad

5.2.5.1. Antecedentes Generales

El objetivo de este acápite es determinar si existen relaciones de dependencia o causalidad entre los distintos componentes ambientales del área de influencia, a fin de establecer si de la afectación de uno o más de ellos, se desprenden impactos relevantes sobre la biodiversidad.

5.2.5.2. Área de Influencia

El área de influencia del componente biodiversidad corresponde a toda aquella superficie donde se intervendrá el componente flora y vegetación, por ejemplo, corte o descepado, para habilitar las obras propuestas. Asimismo, se considera el área donde se afectaría a la fauna terrestre y flora y fauna acuática, en definitiva, todo el Medio Biótico. De esta forma, se considera un área que integra las zonas de empréstito, emplazamiento de sitios de embalse y obras de mejora a la red de conducción de canales, quedando delimitada por el Área de Influencia Total del Estudio.

5.2.5.3. Metodología

Previo a definir los métodos de análisis, se requiere contar con un marco conceptual. De esta forma, la Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente, entiende Biodiversidad o diversidad biológica como “la variabilidad de los organismos vivos, que forman parte de todos los ecosistemas terrestres y acuáticos. Incluye la diversidad dentro de una misma especie, entre especies y entre ecosistemas”.

La biodiversidad comprende diversos niveles: paisaje regional, comunidad/ecosistema, población/ especies y genética. Cada uno se puede describir según indicadores de los siguientes atributos primarios: composición, estructura y función, los que determinan y constituyen la biodiversidad de un área (Noss, 1990). La **composición** corresponde a la identidad, cantidad y variedad de elementos, por ejemplo, la densidad de individuos (nivel de población/especie) o la riqueza de

especies (nivel comunidad/ecosistema). La **estructura** es la forma en que los elementos se organizan en el sistema, que puede ser espacial o de otra naturaleza, por ejemplo, la conectividad de poblaciones que viven en hábitats disjuntos (nivel paisaje), la fisonomía de la vegetación (nivel comunidad/ ecosistema) y el ordenamiento de estructuras genéticas como alelos (nivel genético). El **funcionamiento** incluye los procesos evolutivos y ecológicos, por ejemplo, el ciclaje de nutrientes (nivel ecosistema), la inmigración (nivel población/especie) y el flujo genético (nivel genético) (adaptado de Martín-López, 2011).

Para el análisis de este componente, se consideró la información del levantamiento de terreno del medio biótico en el área de influencia, del cual se utilizó en el análisis la biodiversidad medida a nivel de especies (alfa), mediante el método sustentado en la riqueza de especies y en la estructura. Para este último, y particularmente para limnología, se utilizó la equidad de comunidad medida en el índice de Shannon-Wiener (H`), que considera la cantidad de especies presentes en el Área de Estudio (riqueza específica) y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia). Mide el grado de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una muestra.

Asimismo, se consideró la presencia de áreas singulares para la conservación de la biodiversidad tales como áreas protegidas, ecosistemas amenazados, sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad, hábitats de especies en categoría de amenaza, zonas con valor ambiental (zonas con nula intervención), entre otros.

En relación al párrafo precedente, las áreas protegidas analizadas en el área de influencia y que pudieran ser relevantes para el resguardo de la biodiversidad, se basaron en las siguientes fuentes de información:

- **Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado (SNASPE).** Indica las zonas con protección oficial a lo largo del país en sus distintas categorías (Parques, Reservas, Monumentos Naturales).

- **Sitios Estrategia Regional de Biodiversidad**. CONAMA. 2002. Estrategia Regional y Plan de Acción de la Biodiversidad IV Región de Coquimbo.

- **Sitios RAMSAR**. Corresponde a la cartografía nacional de sitios Ramsar disponible a través del Sistema Nacional de Información Ambiental SINIA, administrado por el Ministerio del Medio Ambiente.

- **Reservas de la Biósfera**. Unesco y Gobierno de España. 2010. Red Mundial de Reservas de Biósfera: Lugares de Desarrollo Sostenible.

- **Localización de humedales**

5.2.5.4. Resultados

De acuerdo al análisis de áreas protegidas relevantes para el resguardo de la biodiversidad en el área de influencia, no se observa la presencia de algún sitio, de acuerdo a las fuentes oficiales consultadas.

En relación a los antecedentes del medio biótico presentados en detalle en los Acápites 5.2.1 al 5.2.3, se observa que, en términos generales y a partir de la campaña de terreno efectuada, las especies de fauna dominantes en toda el Área de Estudio corresponden a aquellas nativas. En general, se presentó una alta diversidad de especies y un alto grado de endemismo, a pesar de ser una zona urbanizada y con un extensivo agrícola.

Las formaciones vegetacionales originales del área de influencia estudiada, se encuentran altamente fragmentadas, principalmente en la zona del valle del río Mostazal, correspondiendo a sectores rurales con amplias zonas de cultivos y zonas de matorral arborescente. Se registraron 13 especies de flora endémicas, representando a un cuarto de las especies registradas, destacando las especies suculentas por su alto endemismo. En el estrato herbáceo se registró una mayor proporción de especies introducidas (46,4%), distinto a lo que se esperaba por bibliografía.

En relación a la flora y fauna acuática, se registró una considerable riqueza y diversidad de macrófitas, tanto acuáticas como palustres, siendo en su mayoría nativas. Para la campaña de terreno, solo se hizo registro de tres especies, ésta baja riqueza puede deberse a la velocidad de corriente del agua observada en los cauces estudiados, junto con la predominancia de sustrato de bloques y arena en la mayoría de los puntos.

En términos de los hallazgos más relevantes para evaluar la biodiversidad de los emplazamientos, se destacan los siguientes:

- El sector donde se emplaza la alternativa de embalse Tranca Morada, fue el que registró mayor variedad de especies de fauna terrestre (24 especies), seguido del sector de San Miguel Alto (22 especies). Cabes señalar, que se registró una especie de reptil (*Garthia penai*) en la confluencia del río Mostazal con el San Miguel, que no poseía registros anteriores.

- Con respecto a la flora y vegetación, destacan algunos puntos de muestreo de alta riqueza localizados cerca del sector de Tranca Morada (a 600 m aguas arriba) y de San Miguel Alto (a 2 km aprox.)

- Los sectores donde se concentraron las especies de cactáceas en categorías de conservación se localizan cercanas a los sitios Tranca Morada y San Miguel Alto.

- En relación a la flora y fauna acuática, específicamente zoobentos, las mayores riquezas se registraron en puntos de muestreo ubicados en el río Mostazal, desde la confluencia con el río San Miguel hasta el último punto de muestreo, aguas abajo. Asimismo, respecto a los parámetros comunitarios, en el punto de muestreo ubicado en la misma confluencia mencionada, se obtuvo el índice de Shannon que denota la

estación más diversa y equitativa, esto es, que en esta sección del cuerpo de agua las especies componente distribuyen homogéneamente su abundancia.

- En relación a la fauna íctica, la riqueza máxima (2 especies) se registró en el punto de muestreo ubicado más abajo en el río Mostazal.

5.2.5.5. Conclusión y Determinación de Sensibilidad Ambiental

De acuerdo a los antecedentes recopilados, no se localizan sitios que se encuentren incorporados en los sistemas actuales de protección de la biodiversidad, por tanto, se consideraron solo antecedentes referidos a la riqueza y estructura de especies provenientes de la campaña de terreno.

Las dos alternativas de embalse presentan características similares, por lo que la evaluación de la sensibilidad del componente biodiversidad arroja valores idénticos (Cuadro 5.2.5.5-1). Existen algunas diferencias al considerar el Área de Estudio completa, que sería el emplazamiento del Mejoramiento de Canales, ya que, al ser un área significativamente más grande, la vulnerabilidad de la biodiversidad se reduce, además, no presenta los sectores más diversos en cuanto a flora y fauna, pero sí en cuanto al medio acuático.

CUADRO 5.2.5.5-1
SENSIBILIDAD AMBIENTAL COMPONENTE BIODIVERSIDAD

Alternativa	FE	Justificación	N	Justificación	IE	V	Justificación	S
TM	5	Se considera máxima, dado que este componente garantiza el correcto funcionamiento y el equilibrio ecosistémico.	4	El componente se encuentra poco intervenido por acción antrópica.	4,5	4	Emplazamiento donde se registra la mayor variedad de especies de fauna terrestre del Área de Estudio, con alta riqueza de flora y concentración de cactáceas en categorías de conservación.	**4,25**
SM_a	5	Se considera máxima, dado que este componente garantiza el correcto funcionamiento y el equilibrio ecosistémico.	4	El componente se encuentra poco intervenido por acción antrópica.	4,5	4	Emplazamiento con alta variedad de fauna terrestre y riqueza de flora, concentra cactáceas en categorías de conservación.	**4,25**
MC	5	Se considera máxima, dado que este componente garantiza el correcto funcionamiento y el equilibrio ecosistémico.	3	El componente se encuentra medianamente intervenido por la acción antrópica, existiendo un centro poblado (Pedregal) y el resto dominado por zonas rurales. Aun así, mantiene condiciones de naturalidad importantes.	4	3	Área más amplia que los otros emplazamientos, que si bien presenta elementos destacables, tales como la presencia de un reptil sin registro previo, sector con la mayor riqueza de zoobentos y el único punto de muestreo donde se registraron las 2 especies de fauna íctica observadas en toda el Área de Estudio; al ser más amplia, su susceptibilidad se reduce.	**3,5**

Nota: FE: Función Ecológica; N: Naturalidad; IE: Importancia Ecológica; V: Vulnerabilidad; S: Sensibilidad
TM: Tranca Morada; SM_a: San Miguel Alto; MEJ_COND: Mejoramiento de la Conducción.

Fuente: Elaboración propia.

5.3. MEDIO SOCIOCULTURAL

5.3.1. Asentamientos Humanos

5.3.1.1. Antecedentes Generales

Las comunidades humanas presentes en el área del proyecto, son los principales protagonistas y receptores de sus impactos, ya sean negativos y/o positivos, por tanto, deben conocerse sus actores sociales, desde la perspectiva cultural y social. Este componente ha sido descrito mediante análisis de variables sociales generales a nivel comunal y otros estudios atingentes.

El objetivo de la caracterización de los asentamientos humanos en el Área de Estudio es "definir si en el área de influencia del proyecto existe población que pueda ser afectada por las obras propuestas".

5.3.1.2. Área de Influencia

Corresponde a las localidades pobladas[4] ubicadas al interior el Área de Estudio. En toda el Área de Estudio Mostazal se reconocen 21 localidades, de las cuales 5 son las más relevantes y están emplazadas en el Área de Estudio: El Maitén, El Maqui, Pedregal, Chaguaral, Colliguay (PRC, 2006).

En la Figura 5.3.1.2-1 se indica el Área de Estudio y el emplazamiento de las localidades más importantes, además de los sitios de embalse superficial en análisis.

[4] Se entenderá localidad poblada como "Área geográfica poblada que se identifica por un nombre propio de conocimiento generalizado en todo su ámbito. La Localidad poblada generalmente se circunscribe dentro de un Distrito Censal; no obstante, puede rebasar a éste e incluso a la Comuna. La Localidad por sí misma no define tipos de asentamiento humano. Para fines censales, una Localidad sin habitantes que registre viviendas susceptibles de ser habitadas se considera poblada." (INE,2012).

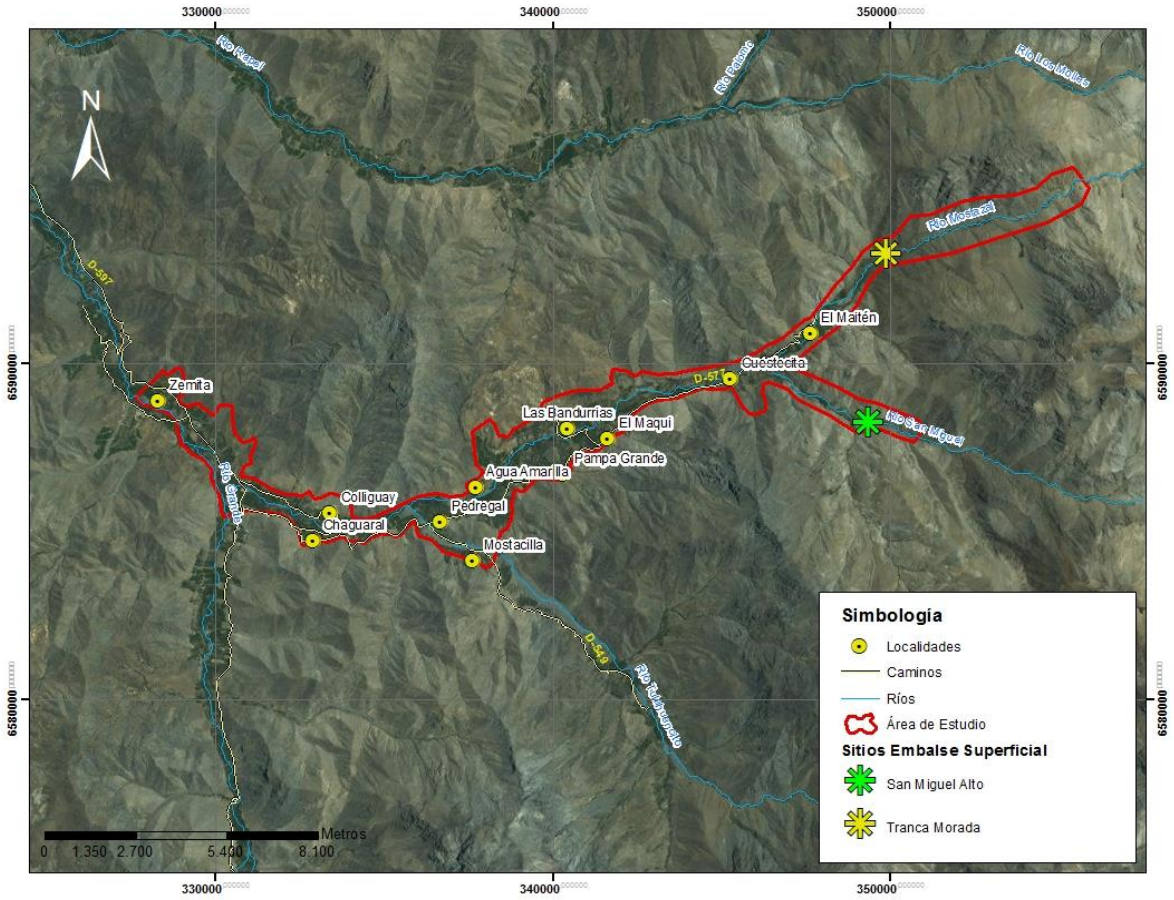


FIGURA 5.3.1.2-1
ÁREA DE INFLUENCIA ASENTAMIENTOS HUMANOS
Elaboración propia.

5.3.1.3. Metodología

El componente se describe mediante una revisión de información a partir de visitas a terreno y fuentes primarias y secundarias disponibles. Entre las que cabe destacar:

- Censos de población (INE).
- Datos de la encuesta CASEN.
- Visitas a terreno, entrevistas con personal de trabajo en el sector.
- PLADECO.
- Memoria Explicativa Plan Regulador.

5.3.1.4. Resultados

a) Antecedentes Comunales

a.1) Población

De acuerdo a los resultados obtenidos en el Censo de Población y Vivienda del año 2002, la población en la comuna de Monte Patria alcanza 30.276 habitantes, lo que corresponde a un 0,2% del total de habitantes de la Región de Coquimbo. Además, la población proyectada para el año 2016 alcanzaría los 32.345 habitantes, de los cuales un 67,1% es población rural (Cuadro 5.3.1.4-1).

CUADRO 5.3.1.4-1
POBLACIÓN TOTAL 2002 Y PROYECTADA 2016
COMUNA DE MONTE PATRIA

Territorio	Año 2002	Año 2016	Variación (%)
Comuna	30.276	32.345	6,83%
Región de Coquimbo	603.210	782.801	29,77%
País	15.116.435	17.398.632	15,10%

Fuente: Censo INE 2002 y Proyecciones de Población (INE, 2002).

En el año 1992 en la comuna de Monte Patria existían 94 mujeres por cada 100 hombres, para el año 2010 esta relación es de 98 mujeres por cada 100 hombres.

Mientras que en 1992 había 27 adultos mayores (60 y más años) por cada 100 niños menores de 15 años, para el año 2020 se proyecta que esta relación se incremente a 86 adultos mayores por cada 100 niños menores de 15 años.

Es importante destacar que la población de la comuna de Monte Patria en cada censo fue bajando su tasa de crecimiento de su población. Al visualizar los datos del Cuadro 5.3.1.4-2 en donde se comparan los datos comunales con respecto a la región y el país, se puede observar que, si bien los datos generales también se muestran con una baja en el crecimiento intercensal, la comuna lo ha hecho de una forma mucho más notoria. En cuanto a la distribución de la población por género, los hombres representan el 50,7% del total de habitantes de la comuna, con un índice de masculinidad[5] de 102.9, valores muy superiores al nivel regional (Cuadro 5.3.1.4-3).

[5] Hombres/Mujeres*100

CUADRO 5.3.1.4-2
VARIACIÓN INTERCENSAL DEA POBLACIÓN
COMUNA DE MONTE PATRIA

Territorio	Población Censal				Variación Intercensal (%)		
	1970	1982	1992	2002	´70-´80	´82-´92	´92-´02
Comuna	22.823	26.460	28.374	30.067	15,90%	7,20%	6,00%
Región de Coquimbo	338.646	419.956	504.387	600.363	24%	20,10%	19%
País	8.884.768	11.329.736	13.348.401	15.050.341	27,50%	17,80%	12,80%

Fuente: Censo INE 1970, 1982, 1992 y 2002.

CUADRO 5.3.1.4-3
DISTRIBUCIÓN POBLACIÓN SEGÚN SEXO E ÍNDICE DE MASCULINIDAD
COMUNA DE MONTE PATRIA

Territorio	Hombre	Mujer	Índice Masculinidad
Comuna	15.351	14.925	102,85
Región de Coquimbo	297.157	306.053	97,09
País	7.447.695	7.668.740	97,12

Fuente: Censo INE (2002).

a.2) Representación de Grupos Étnicos

La Comuna de Monte Patria, en consonancia con la situación existente en la región de Coquimbo, posee bajas tasas de población indígena. Así, si la región es, según estadísticas del Censo 2002, la que posee un menor porcentaje de población indígena en relación al total de su población (con un 0,8% del total), la comuna presenta un porcentaje aún menor, con un 0,4% de la población que se declaraba como perteneciente a algún pueblo originario. Tal cifra significa que sólo 124 personas, mayoritariamente del pueblo mapuche, habitan en la comuna. Tal configuración sociocultural es atribuible a los procesos históricos que predominaron en el norte chico desde tiempos coloniales, entre los que el establecimiento de encomiendas, los mestizajes poblacionales ocupan un lugar destacado, así como la llegada de mano de obra indígena esclavizada, tanto desde el sur del Bío Bío como del Perú y la Argentina.

La antigua presencia de poblaciones indígenas (cultura molle y diaguita, fundamentalmente), queda aún atestiguada en la toponimia del lugar y en la presencia de petroglifos y otros vestigios de las antiguas culturas que habitaron los valles del norte chico.

a.3) Pobreza

La pobreza en Chile se define a partir de una canasta básica de alimentos, cuyo valor se actualiza según la evolución de los precios. En este contexto, según cifras de la encuesta CASEN, la población pobre disminuyó desde el año 2011 al 2013 (Cuadro 5.3.1.4-4).

CUADRO 5.3.1.4-4
POBLACIÓN SEGÚN POBREZA COMUNA DE MONTE PATRIA

Territorio	% Pobreza por Ingresos	
	Año 2011	Año 2013
Comuna	34,09	28,73
Región de Coquimbo	26,1	16,2
País	22,2	14,4

Fuente: Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN 2011 y 2013).

a.4) Actividades Económicas y Empleo

Con respecto al empleo, de acuerdo a los resultados del censo 2002, la fuerza de trabajo comunal a ese año era de 10.044 personas, llegando la tasa de participación al 46,9%. Dentro de este grupo, la tasa de desocupación alcanzaba 20,6%, siendo mayor en mujeres que en hombres. Esta información es posible de observar en forma resumida en el Cuadro 5.3.1.4.-5, junto con la proyección para el año 2016.

Con respecto a la importancia de las diferentes ramas de la actividad económica, el Censo 2002 indicó que la comuna de Monte Patria se especializa en la Agricultura, ganadería, caza y silvicultura con un 50,4% del total de los ocupados. El Cuadro 5.3.1.4-6, muestra la población ocupada según rama de actividad económica según el Censo 2002 y su evolución hasta el año 2016, bajo el supuesto de que la composición porcentual se mantiene.

CUADRO 5.3.1.4-5
POBLACIÓN SEGÚN TIPO Y CONDICIÓN DE ACTIVIDAD ECONÓMICA
COMUNA DE MONTE PATRIA- CENSO 2002 Y PROYECCIÓN 2016

Tipo de Condición Económica		2002			2016		
		Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
Población de 15 años o más		21.427	10.932	10.495	22.891	11.539	11.353
ECONÓMICAMENTE ACTIVA (FUERZA DE TRABAJO	Total	10.044	7.918	2.126	10.657	8.357	2.300
	Ocupados	7.974	6.330	1.644	8.460	6.681	1.778
	Cesantes	1.876	1.468	408	1.991	1.549	441
	Buscando trabajo primera vez	194	120	74	207	127	80
NO ECONÓMICAMENTE ACTIVA (FUERA DE LA FUERZA DE TRABAJO)	Total	11.383	3.014	8.369	12.234	3.181	9.053
	En quehaceres de su hogar	7.323	625	6.698	7.905	660	7.245
	Estudiando	1.389	667	722	1.485	704	781
	Jubilado o rentista	1.617	985	632	1.723	1.040	684
	Incapacitado permanentemente para trabajar	230	169	61	244	178	66
	Otra situación	824	568	256	876	600	277
Tasa de Participación		46,9%	72,4%	20,3%	46,6%	72,4%	20,3%
Tasa de Ocupación		37,2%	57,9%	15,7%	37,0%	57,9%	15,7%
Tasa de Desocupación		20,6%	20,1%	22,7%	20,6%	20,1%	22,7%

Fuente: Censo INE 2002 y Elaboración propia, a partir de Proyecciones de Población (INE, 2002).

CUADRO 5.3.1.4-6
POBLACIÓN OCUPADA POR RAMA DE ACTIVIDAD ECONÓMICA
COMUNA DE MONTE PATRIA - CENSO 2002 Y PROYECCIÓN 2016

Rama Actividad Económica	2002			2016		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
A Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	4.016	3.507	509	4.252	3.702	551
B Pesca	6	4	2	6	4	2
C Explotación de minas y canteras	73	72	1	77	76	1
D Industrias manufactureras	269	228	41	285	241	44
E Suministro de electricidad, gas y agua	67	54	13	71	57	14
F Construcción	587	575	12	620	607	13
G Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores, motocicletas, efectos personales y enseres domésticos	1.553	1.209	344	1.648	1.276	372
H Hoteles y restaurantes	74	25	49	79	26	53
I Transporte, almacenamiento y comunicaciones	221	204	17	234	215	18
J Intermediación financiera	4	1	3	4	1	3
K Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	120	90	30	127	95	32
L Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria	191	138	53	203	146	57
M Enseñanza	399	130	269	428	137	291
N Servicios sociales y de salud	91	41	50	97	43	54
O Otras actividades de servicios comunitarias, sociales y personales	115	40	75	123	42	81
P Hogares privados con servicio doméstico	188	12	176	203	13	190
Q Organizaciones y órganos extraterritoriales	0	0	0	0	0	0
Ignorado	0	0	0	0	0	0
Total Ocupados	7.974	6.330	1.644	8.460	6.681	1.778

Fuente: Censo INE 2002 y Elaboración propia, a partir de Proyecciones de Población (INE, 2002).

a.5) Educación

A nivel comunal, la Comuna de Monte Patria posee índices de analfabetismo superiores a los existentes en la región de Coquimbo. Así, si en esta ultima el analfabetismo alcanza a un 3,8%, Monte Patria presenta, según las estadísticas de la encuesta CASEN del año 2009, un índice del 10,5%, el que se concentra preferentemente entre las mujeres, tal como lo expresa el Cuadro 5.3.1.4.-7.

CUADRO 5.3.1.4-7
ANALFABETISMO SEGÚN SEXO
POBLACIÓN DE 15 AÑOS O MÁS

¿Sabe leer y escribir?	Hombres	Mujeres	Total
SI	90,5%	88,7%	89,5%
NO	9,5%	11,3%	10,5%

Fuente: Elaboración propia, en base a Encuesta CASEN 2009.

Respecto a la escolaridad, y también considerando los datos de la encuesta CASEN (2009), esta presenta niveles inferiores a los existentes en la región de Coquimbo. Nuevamente, al analizar los datos en función del sexo, es posible observar que son las mujeres las que presentan menos años de escolaridad que los hombres, aun cuando en este caso la diferencia es marginal. Ambos aspectos se grafican en el Cuadro 5.3.1.4.-8

CUADRO 5.3.1.4-8
PROMEDIO AÑOS DE ESCOLARIDAD SEGÚN SEXO, A NIVEL REGIONAL Y COMUNAL
POBLACIÓN DE 15 AÑOS O MÁS

Territorio	Hombres	Mujeres	Total
Monte Patria	8,1	8	8,08
Región de Coquimbo	9,9	9,5	9,7

Fuente: Elaboración propia, en base a Encuesta CASEN 2009.

Al analizar la configuración del sistema educacional comunal, puede apreciarse que existe una amplia cobertura en Educación Básica, mientras que en el caso de la Educación Media la situación no es óptima. La educación pre escolar presenta una cobertura muy por debajo de los porcentajes regionales, misma situación que en lo referente a la educación superior. Todo aquello queda reflejado en el Cuadro 5.3.1.4.-9.

La oferta educativa a nivel primario y secundario se encuentra compuesta fundamentalmente por establecimientos del tipo municipal, estableciéndose la mayor parte de los mismos en los sectores rurales de la comuna, lo que está en consonancia con el carácter eminentemente rural que posee la comuna y con la alta dispersión geográfica de la población. La distribución de los establecimientos educacionales presentes en la comuna en función del nivel educacional, su dependencia y su ubicación geográfica se presenta en el Cuadro 5.3.1.4.-10 Un dato relevante reflejado en el mismo es la ausencia de establecimientos de educación media en los sectores rurales de la comuna.

CUADRO 5.3.1.4-9
COBERTURA EDUCACIONAL COMUNA DE MONTE PATRIA Y REGIÓN DE COQUIMBO

Nivel	Monte Patria (%)	Coquimbo (%)
Pre-Básica	31,2	47,2
Básica	98,7	99,1
Media	88,6	93,7
Superior	11,8	37,0

Fuente: PLADECO Comuna de Monte Patria (2012-2018).

CUADRO 5.3.1.4-10
NÚMERO DE ESTABLECIMIENTOS EDUCACIONALES EN COMUNA DE MONTE PATRIA

Nivel	Urbano	Rural
Educación Básica Municipal	6	44
Educación Media Municipal	2	-
Educación Particular Subvencionada	2	1

Fuente: PLADECO Comuna de Monte Patria (2012-2018).

En términos generales, la comuna posee una población con menores niveles educacionales que la región de Coquimbo, estableciéndose una distancia que se hace particularmente notoria en lo que a la educación superior se refiere. La desagregación de esta estadística en función del sexo se presenta en el Cuadro 5.3.1.4-11.

CUADRO 5.3.1.4.-11
NIVEL DE EDUCACIÓN POBLACIÓN COMUNAL

Nivel	Región de Coquimbo		Comuna de Monte Patria	
	Hombres (%)	Mujeres (%)	Hombres (%)	Mujeres (%)
Sin Educación Formal	4,9	5,7	8	7,9
Básica Incompleta	16,7	18,7	25,7	27,9
Básica Completa	11,5	11	21	16,9
Media Humanista Incompleta	15	14,7	16,5	17
Media Técnica Incompleta	4,8	3,6	2,8	1,2
Media Humanista Completa	20,6	21,1	16,4	19,5
Media Técnica Completa	8,1	9,2	2,5	4,6
Técnica o Universitaria Incompleta	9,8	8,3	6,3	2,5
Técnica o Universitaria Completa	8,5	7,7	0,8	2,5

Fuente: Encuesta CASEN (2009).

a.6) Salud

La red de salud de la comuna está compuesta por 9 Postas Rurales y 4 Centros de Salud Ambulatorios. No existen hospitales y, tomando en cuenta la cantidad de población comunal, se hace evidente la existencia de un déficit en lo que a la oferta de servicios de salud se refiere. El hospital de referencia de la población es el Antonio Tirado de Ovalle, desde el cual deriva a la vez a hospitales de La Serena y Coquimbo.

Respecto a la distribución poblacional en función del Sistema Previsional, existe un alto porcentaje de afiliación a FONASA el que, con más de un 93, supera los porcentajes regionales y nacionales (CASEN, 2009). En función de la misma fuente, sólo un 1 de los habitantes de la comuna se encuentran afiliados a una ISAPRE, cifra también bastante menor a la existente a nivel nacional. El Cuadro 5.3.1.4-12 contiene una serie de indicadores vinculados a la salud de la población en la comuna, tales como la esperanza de vida al nacer o la tasa de mortalidad infantil.

CUADRO 5.3.1.4-12
INDICADORES SALUD COMUNA MONTE PATRIA Y REGIÓN DE COQUIMBO

Indicador	Monte Patria	Coquimbo
Tasa de Mortalidad Infantil	7,6	8,8
Esperanza de Vida al Nacer Mujeres	80,8	82
Esperanza de Vida al Nacer Hombres	77,8	77,1

Fuente: Elaboración propia, en base a Estadísticas del Observatorio Social.

a.7) Comunidades Agrícolas Comunales

Las comunidades agrícolas son una forma particular de tenencia de la tierra que se origina en los tiempos de la colonia en el siglo XVI. A mediados del siglo XX, estas tierras de escaso valor económico y deterioro de los recursos naturales disponibles, fueron alternativa laboral de los mineros del salitre que emigraban hacia el sur, a consecuencia de la Gran Depresión Económica de los años 30.

El asentamiento de estos flujos migratorios a lo largo del tiempo, han ido conformando una organización muy particular en torno a la explotación de la tierra con fines silvoagropecuarios, consolidando actualmente más de 537 asentamientos humanos entre: mineros, majadas, caseríos, aldeas y pueblos en la región Coquimbo, los que se caracterizan por el respectivo número de viviendas y la población por sexo.

Dada la escasez y deterioro de los recursos disponibles en estas tierras de secano, las Comunidades Agrícolas constituyen en la actualidad uno de los grupos humanos de menores ingresos del país. Estas comunidades, obtienen reconocimiento legal el año 1962 cuando se dicta la primera ley de comunidades agrícolas bajo la presidencia de Don Jorge Alessandri Rodríguez. En el año 1987, obtienen la Personalidad Jurídica, siendo así en consecuencia capaces de ejercer derechos y contraer obligaciones y de ser representadas judicial y extrajudicialmente, con ampliación de atribuciones en la Ley 18.233 en el año 1993, en el gobierno del Presidente Patricio Aylwin Azocar.

En la región de Coquimbo, la comuna de Monte Patria concentra el más alto número de comunidades agrícolas de la región. En el Cuadro 5.3.1.4-13 se detalla listado completo, destacándose aquellas que se presentan en el Área de Estudio.

Según información proporcionada por el Departamento de Organizaciones comunitarias de la Municipalidad de Monte Patria, las comunidades agrícolas registradas en el Área de Estudio corresponden a: Comunidad Agrícola Collliguay, Comunidad Agrícola Quebrada Las Minillas, Comunidad Agrícola La Tranquita, Comunidad Agrícola Ramadilla y Comunidad Agrícola Quebrada De Colliguaycito.

CUADRO 5.3.1.4-13
COMUNIDADES AGRÍCOLAS MONTE PATRIA

Nombre	Cantidad Comuneros	Superficie (ha)
Jara o Laja	82	5010
Laguna Verde	10	834
Chelles	15	1054
Carcamo	24	1842
Los Morales	89	2250
Coipo o Coyuncavi	216	2542
Los Tapias	35	840
Las Bateas	13	1184
Huana	93	1430
Quebrada De Colliguaycito (*)	12	773
Atunhuaico	24	4431
Vado Hondo	41	731
La Cisterna	65	2.047
Quebrada Las Minillas (*)	20	536
Quebrada Las Mollacas	26	2.795
Macano	64	4.183
De Araya	11	178
Quebrada de Tulahuén	34	1.968
Piedra Lisa o Mina Negra	34	408
Pejerreyes	22	1.182

CUADRO 5.3.1.4-13
COMUNIDADES AGRÍCOLAS MONTE PATRIA

Nombre	Cantidad Comuneros	Superficie (ha)
Dos Rios	28	141
Chilecito y Chuapa	111	1.653
Rio Colorado	64	6.111
Maqui Los Palquis	36	2.280
Cordillera de Carrizal	21	3.986
La Chacarilla	Sin	2.542
Piedra Lisa	34	Sin
Rapelcillo	22	1.966
Los Ángeles	41	1.542
El Cuyano	20	1.264
El Tome	106	2.487
Pulpica Bajo	16	1.630
Colliguay (*)	61	1.704
La Ortiga	70	586
Rapel	22	1.966
La Tranquita (*)	13	1.055
Monte Patria	326	12.928
Los Hoyos y El Empredrado	29	1.518
Ramadilla (*)	18	2.531
Pulpica Alto	89	567
El Peñon	12	6.478
Mialqui	64	2.308
El Potrero De Huatalume	36	2.904
Las Cardas	93	2.624
Los Clonquis	66	1.609
Quebrada La Arena	6	388

(*): Comunidades agrícolas presentes en Área de Estudio.
Fuente: Ministerio de Bienes Nacionales (2017) e INE (2005).

b) Antecedentes Generales del Área de Estudio

La Memoria explicativa del Plan Regulador señala que los poblados del Valle de Mostazal se organizan linealmente en sentido oriente-poniente, en ambas orillas del Río Mostazal (afluente del Rio Grande), presentando una gran cantidad de poblados (28 en total), estando cada uno a muy corta distancia del otro. Se organizan linealmente en sentido oriente-poniente, en ambas orillas del rio a lo largo de más de treinta km, desde la localidad de Carén hasta de El Maitén.

Específicamente en el Área de Estudio los asentamientos humanos se encuentran concentrados en las siguientes localidades: Maitén, Cuestecita, el Maqui, Pampa Grande, Mostazal, Pedregal, Las Carpas, Chaguaral, Colliguay y Lomita de Carén. La principal centralidad del equipamiento y servicios del Valle de Mostazal está en la localidad de Pedregal que cuenta con una posta, una escuela polidocente y un retén fronterizo, entre otros.

Es uno de los valles menos intervenidos por lo que basa principalmente su economía en la agricultura de subsistencia y en la ganadería caprina. Entre las potencialidades turísticas destacan la arquitectura tradicional y el arte rupestre prehispánico.

b.1) Población Área de Estudio

Al especificar la escala de trabajo a los distritos censales se puede identificar que el Área de Estudio se encuentra conformada por los distritos de Pedregal, Colliguay y El Maqui tal como se aprecia en el Cuadro 5.3.1.4-14.

CUADRO 5.3.1.4-14
POBLACIÓN POR DISTRITOS CENSALES
COMUNA DE MONTE PATRIA

Distritos Censales	Total	Urbana	Rural
Monte Patria	5.910	5.219	691
Juntas	1.068	0	1.068
Campanario	124	0	124
Cerrillos	939	0	939
Rapel	1.193	0	1.193
Las Mollacas	742	0	742
El Maqui (*)	533	0	533
Pedregal (*)	733	0	733
Las Ramadas	537	0	537
Tulahuén	1.665	0	1.665
Carén	1.250	0	1.250
Colliguay (*)	480	0	480
Semita	300	0	300
Chilecito	775	0	775
Mialqui	504	0	504
Mal Paso	177	0	177
El Palqui	6.699	5.266	1.433
Huatulame	991	0	991
Guanillas	1.429	0	1.429
San Lorenzo	195	0	195
Chañaral Alto	3.631	2.855	776
Los Morales	401	0	401
Total Comuna	30.276	13.340	16.936

(*): Distritos Censales dentro del Área de Estudio.

Fuente: Ciudades, Pueblos, Aldeas y Caseríos (INE 2005).

b.2) Población Área de Estudio Localidades de Predegal y El Maitén

El Plan Regulador Comunal de Monte Patria vigente, aprobado el año 2006 (Resolución CORE N°12 DEL 7/03/2006), establece y actualiza el límite urbano para las siguientes localidades: Monte Patria, Chilecito, Pedregal, Huatulame, Tulahuén, El Palqui,Mialqui, Las Mollacas Carén, Rapel, Chañaral Alto y Chañaral de Carén.

Es decir, la localidad de Pedregal tiene la condición de asentamiento urbano. Su instrumento normativo que le otorga esta característica es un límite urbano vigente desde el año 1945. La marcada geografía ha definido la vialidad y a la vez la ocupación del sector. Ésta se ha desarrollado a lo largo del camino principal y no ha tenido crecimiento excesivo fuera del Límite Urbano vigente a excepción de un pequeño caserío espontáneo en el sector Suroriente de la localidad.

Pedregal es una localidad estructurada en forma lineal en torno a la ruta D – 577. Los accesos a la ciudad están constituidos por la misma ruta D – 577 y posee 2,7 km. de calles. Debido a las condiciones de su emplazamiento, presenta zonas de riesgo natural por potencial remoción en masa y por presencia de ambientes de quebrada propensos a la erosión y al arrastre de sedimentos. Presenta suelos de óptima calidad para el desarrollo agrícola (Capacidad de Uso III). Entre los problemas ambientales se destacan el sobrepastoreo y reemplazo de la vegetación nativa por cultivos agrícolas.

Otra localidad que tiene un equipamiento a considerar es El Maitén, con una posta y escuela en el sector del extremo oriente del valle. La conectividad con Monte Patria está dada por el camino primario Ruta D-577 Carén-Pedregal-El Maitén.

b.3) Educación

En el Cuadro 5.3.1.4-15 se detalla la oferta de educación escolar presente en las localidades del Área de Estudio.

CUADRO 5.3.1.4-15
COBERTURA ESCOLAR LOCALIDADES AREA DE ESTUDIO

Nombre	Dependencia	Localidad
Colegio Rio Grande	Público	Carén
Escuela básica colliguay	Público	Colliguay
Escuela el Maitén	Público	El Maitén
Escuela el Maqui	Público	El Maqui
Escuela Omar Elorza Smith	Público	Chaguaral
Escuela Santa Bernardita	Público	Pedregal
Escuela Sargento Candelaria Pérez	Público	Pampa Grande

Fuente: Elaboración propia, a partir de antecedentes obtenidos en Sitio Web: guia-de-coquimbo.colegiosenchile.cl (visitado el 20 de Julio de 2017).

b.4) Salud

En el Cuadro 5.3.1.4-16 se detalla la oferta de equipamiento de Salud presente en las localidades del Área de Estudio.

CUADRO 5.3.1.4-16
EQUIPAMIENTO DE SALUD EN AREA DE ESTUDIO

Tipo de Equipamiento	Localidad
Centro de Salud Familiar (CESFAM)	Carén
Posta de Salud Rural	El Maitén
Posta de Salud Rural	Pedregal
Estación Medico Rurales (E.M.R)	Carén
Estación Medico Rurales (E.M.R)	El Maitén

Fuente: Ministerio de Salud (MINSAL, 2014).

b.5) Análisis de Área de Inundación

b.5.1) Sitio Tranca Morada

En la Figura 5.3.1.4-1, se observa el área de inundación del Sitio Tranca Morada, junto a un camino privado, dos bocatomas (Tranca Morada y Sasso Bajo) y cuatro sitios que denotan la utilización del territorio, presumiblemente para uso ganadero.

En el Cuadro 5.3.1.4-17 se describen los sitios detectados e informados en el componente patrimonio cultural y arqueológico (Ver Figura 5.3.1.4-1), que permiten vincularlos potencialmente con la actividad de "veranada" o trashumancia, donde los crianceros de Monte Patria y otros sectores, realizan la ancestral tradición de llevar su ganado, principalmente caprino, a pastar durante el verano a la cordillera.

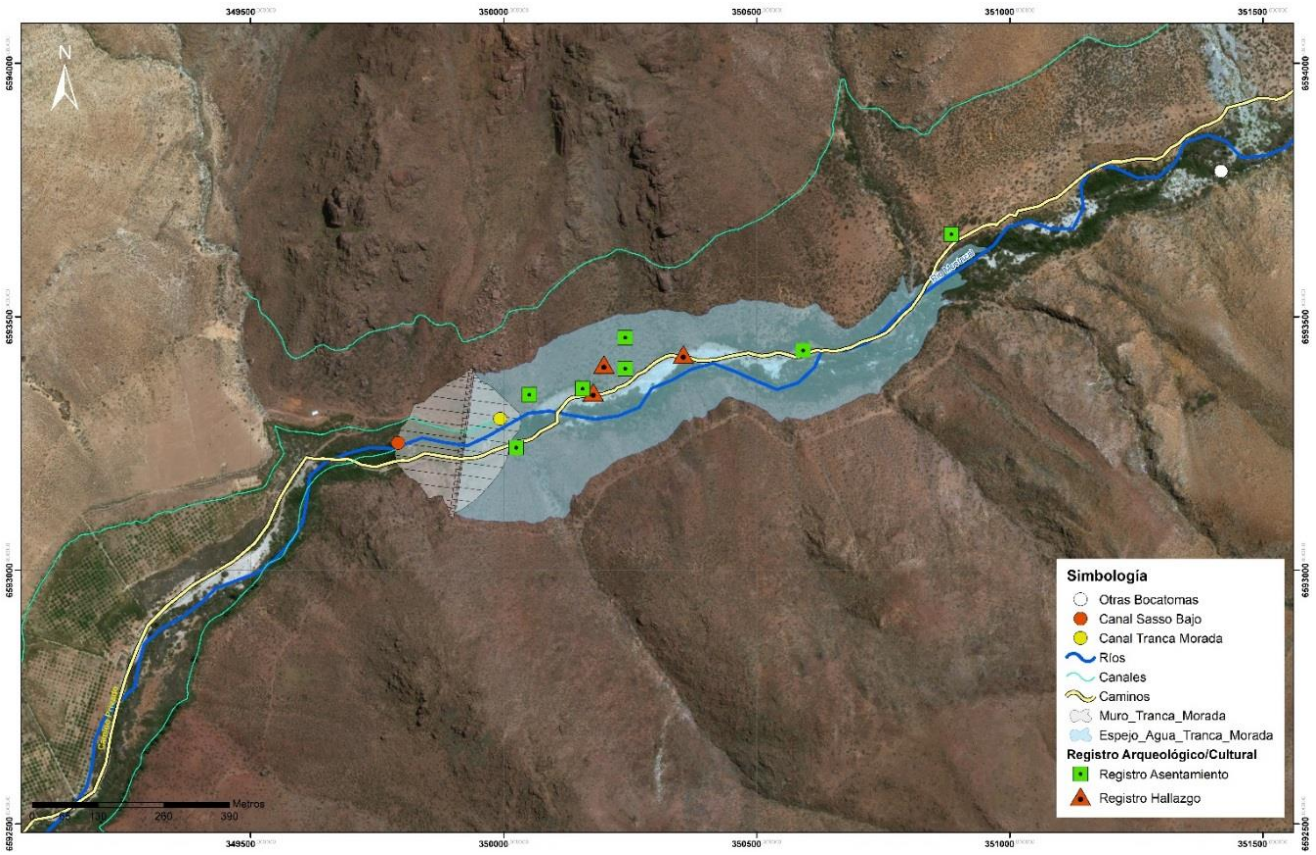


FIGURA 5.3.1.4-1
SITIOS DE IMPORTANCIA ARQUEOLÓGICA/CULTURAL, TRANCA MORADA
Fuente: Elaboración propia.

En relación a la infraestructura vial, se observa la existencia de un camino privado que actualmente es utilizado para el tránsito vehicular, peatonal y para arreo de animales. Dicho camino, para ser ocupado hoy, debe contar con la autorización del dueño del predio para el ingreso. Con la construcción del embalse, dicho camino privado se inunda, debiendo contemplarse una alternativa que

considere el uso actual, especialmente para las “veranadas” en el periodo Diciembre y Mayo de cada año. La propietaria del predio arrienda además sectores para el talaje de animales y por el paso hacia la cordillera.

CUADRO 5.3.1.4-17
SITIOS CON INDICIOS DE USO TEMPORAL GANDERO EN ÁREA DE INUNDACIÓN ALTERNATIVA TRANCA MORADA

Sitio	Descripción	UTM 19 S	
		Coord E	Coord N
TM-1	Bloque errático con cierre de piedras	350.885	6.593.663
TM-2	Refugio rocoso asociado a un maitén	350.592	6.593.434
TM-3	Terraza con 3 altos de piedras	350.240	6.593.459
TM-4	Posible era en altura	350.240	6.593.398

Fuente: Elaboración propia, en base a prospección arqueológica.

Con la construcción del Embalse, a los crianceros de ganado caprino, caballares y otros animales de Monte Patria y de comunas aledañas, se afectará su habitual subida hacia los pastos de la cordillera trasandina, siendo esta la principal ruta utilizada por ellos por la menor distancia y el buen estado del camino, que ha permitido la utilización de transporte masivo en camiones de los animales.

En relación a la infraestructura de riego, se observa la existencia de dos bocatomas de canales de riego que resultan afectadas (Canal Tranca Morada y Canal Sasso Bajo). Finalmente, en el área de inundación no existen viviendas.

b.5.2) Sitio San Miguel Alto

En la Figura 5.3.1.4-2, se aprecia el área de inundación del Sitio San Miguel Alto, junto a un camino privado, dos bocatomas (Canal Yerba Loca Alto y Canal Cascada) y 4 sitios que denotan la utilización del territorio, presumiblemente para uso ganadero.

En el Cuadro 5.3.1.4-18 se describen los sitios detectados e informados en el componente patrimonio cultural y arqueológico, que permiten vincularlos con la actividad de la “veranada” o trashumancia, donde los crianceros de la Mostazal y otros sectores, realizan la ancestral tradición de llevar su ganado, principalmente caprino, a pastar durante el verano a la cordillera. Por la información recogida, esta ruta corresponde a la segunda alternativa que tienen los crianceros y que, por la mayor distancia hacia los pastos de Argentina y el mal estado del camino, es de menor su uso.

En relación a la infraestructura vial, se observa la existencia de un camino privado que actualmente es utilizado para el tránsito vehicular, peatonal y en menor medida para arreo de animales. Dicho camino para ser ocupado hoy debe contar con la autorización del dueño del predio para el ingreso.

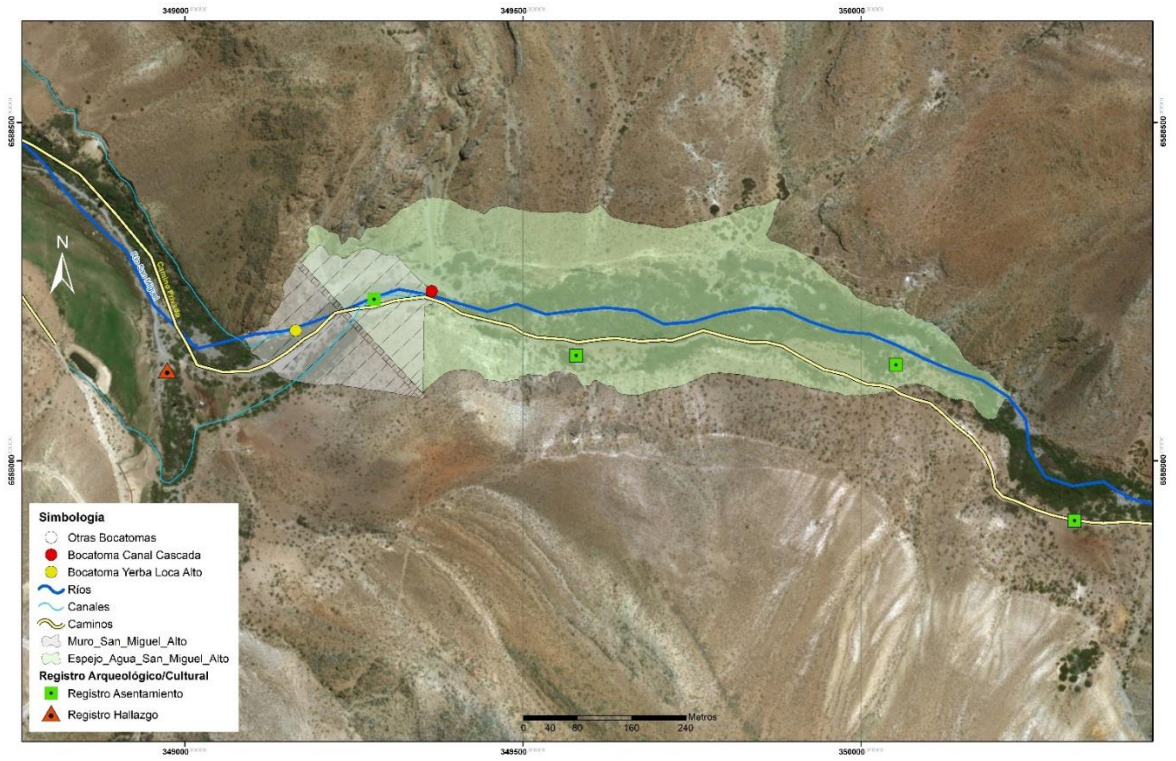


FIGURA 5.3.1.4-2
SITIOS DE IMPORTANCIA ARQUEOLÓGICA/CULTURAL, SAN MIGUEL ALTO
Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 5.3.1.4-18
SITIOS CON INDICIOS DE USO TEMPORAL GANDERO EN ÁREA DE INUNDACIÓN ALTERNATIVA SAN MIGUEL ALTO

Sitio	Descripción	UTM 19 S	
		Coord E	Coord N
ESM-1	Recinto pircado derrumbado	350.069	6.588.111
ESM-2	Recinto pircado tipo corrales de piedra	350.052	6.588.142
ESM-3	Área pircada de grandes dimensiones	349.579	6.588.156
ESM-4	Pirca larga bordeando el camino	349.280	6.588.239

Fuente: Elaboración propia, en base a prospección arqueológica.

Con la construcción del embalse, dicho camino privado se inunda, debiendo contemplarse una alternativa que considere el uso actual, especialmente las “veranadas” para el periodo Diciembre y Mayo En relación a la infraestructura de riego, se observa la existencia de dos bocatomas de canales de riego que resultan afectadas (Canal Cascada y Canal Yerba Loca Alto). Finalmente, en el área de inundación no existen viviendas.

5.3.1.5. Conclusión y Determinación de Sensibilidad Ambiental

Las comunidades humanas presentes en el área del proyecto, son los principales protagonistas y receptores de sus impactos, ya sean estos negativos y/o positivos. De esta forma y, con

la caracterización de los asentamientos humanos en el Área de Estudio, se constató que la afectación e impacto tiene dos dimensiones. La primera dimensión, la población que directamente habita en el área potencial de inundación de las alternativas de sitios de embalse (Tranca Morada y San Migue Alto) y la segunda dimensión, el impacto promovido por la puesta en marcha de un embalse en la población del área de influencia. En la primera dimensión, se ha podido constatar que los emplazamientos de obras analizadas no provocan la relocalización de personas y/o viviendas. No se afectan aldeas, poblados o localidades. Sin embargo, se ha detectado, algunas construcciones aisladas (galpón, corrales,) correspondiente a la actividad denominada "veranada".

El impacto mayor de la construcción de un Embalse afectará a la "veranada" o trashumancia, donde los crianceros de la Monte Patria y comunas aledañas, han realizado por años la ancestral tradición de llevar su ganado, principalmente caprino, a pastar durante el verano a la cordillera. La ubicación de los embalses, especialmente en Tranca Morada, afectará a dicha actividad.

Respecto a la segunda dimensión, se destaca que en la comuna de Monte Patria se presentan altos índices de pobreza, bajo nivel de escolaridad y alto niveles de analfabetismo, considerándose una situación muy desfavorable en comparación con los indicadores sociales a nivel de la región y el país. Actualmente se constata un bajo nivel de desarrollo del capital humano de la comuna y probablemente en el Valle de Mostazal, lo cual eventualmente podría modificarse positivamente con el mayor desarrollo agroeconómico que implicaría el mejoramiento de obras en la infraestructura de riego dentro del Área de Estudio.

Se ha definido la sensibilidad de este componente según se aprecia en el Cuadro 5.3.1.5-1.

CUADRO 5.3.1.5-1
SENSIBILIDAD AMBIENTAL ASENTAMIENTOS HUMANOS

Alternativa	V	Justificación	S
TM	3	Aun cuando las alternativas de sitios de embalse (Tranca Morada y San Miguel Alto) no afectan aldeas, pueblos o localidades, como tampoco la relocalización de personas y/o viviendas, si potencialmente afectará el desplazamiento de un grupo mayoritario de crianceros y sus animales en una porción territorio limitada para las veranadas, sin afectar con esto, a la actividad completa dentro del Área de Estudio.	3
SM_a	2	Aun cuando las alternativas de sitios de embalse (Tranca Morada y San Miguel Alto) no afectan aldeas, pueblos o localidades, como tampoco la relocalización de personas y/o viviendas, si potencialmente afectará el desplazamiento de un grupo menor de crianceros y sus animales en una porción territorio limitada para las veranadas, sin afectar con esto, a la actividad completa dentro del Área de Estudio.	2
MEJ_COND	0	Dado que, mayoritariamente las obras de mejoras se asocian a infraestructura ya existente, no se interviene o afecta a asentamientos humanos.	0

Nota: V: Vulnerabilidad; S: Sensibilidad
TM: Tranca Morada; SM_a: San Miguel Alto; MEJ_COND: Mejoramiento de la Conducción.

Fuente: Elaboración propia.

5.3.2. Patrimonio Cultural y Arqueológico

5.3.2.1. Antecedentes Generales

El presente componente fue descrito a partir de una recopilación de información disponible. Los objetivos de la caracterización del patrimonio arqueológico y cultural son: "Caracterización del patrimonio arqueológico para anticipar las posibilidades de la existencia de asentamientos históricos o prehistóricos en el Área de Estudio, con el propósito final de protegerlos de acuerdo a la legislación chilena vigente".

5.3.2.2. Área de Influencia

El área de influencia para este componente, corresponde al polígono donde se desarrollarán las acciones para la ejecución y mejoras de las alternativas de obras propuestas. Queda delimitada por el Área de Influencia Total del Estudio.

5.3.2.3. Metodología

a) Levantamiento de Información Bibliográfica

A partir de información secundaria se recopiló información el patrimonio arqueológico y cultural asociado al Área de Estudio. La recopilación se centró en información arqueológica de la ocupación humana de la Región y en particular sobre el Área de Estudio, lo cual se obtuvo a partir de la recopilación de antecedentes bibliográficos e información del Consejo de Monumentos Nacionales.

Se identificarán las áreas protegidas o sitios de interés de cualquier índole tales como: monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico o perteneciente al patrimonio cultural que se encuentren dentro del área de influencia directa del Estudio de Pre-Factibilidad. Interesante es destacar las categorías consideradas por el mencionado Consejo que corresponden a: "Monumentos Históricos", "Monumentos Públicos", "Zonas Típicas", Monumentos Arqueológicos" y "Santuarios de la Naturaleza".

b) Levantamiento de Información en Terreno

Con el objeto de caracterizar el medio arqueológico dentro del Área de Estudio e identificar los impactos sobre este componente producto del desarrollo del proyecto en estudio, se realizó una prospección los días 13 y 14 de noviembre de 2017. Se prospectó de manera general tres sitios de interés para el presente Estudio, en relación a las posibilidades de acumulación de agua superficial para riego. Dos de estos, corresponden a las alternativas de embalse Tranca Morada y San Miguel Alto, en tanto el tercer sitio hace referencia a una de las alternativas de obra para el mejoramiento de la red de conducción y distribución, correspondiente a la ubicación de un tranque de regulación en Canal Peralito (ver descripción en acápite 3.2.9). Cabe señalar que este último sitio de prospección sólo se realizó con la finalidad de poder contar con mayores elementos para una eventual proposición de medidas contenidas en un Plan de Manejo Ambiental, aun cuando para este caso no sea requerido por la legislación ambiental vigente, dado que por la envergadura de la obra no ingresa al SEIA, siendo

requisito el desarrollo de un Plan de manejo ambiental, sólo en los casos que se ingrese al SEIA bajo la modalidad de EIA (mayor detalle se desarrolla en acápite 8.5).

En la Figura 5.3.2.3-1 es posible apreciar la ubicación espacial de los sitios analizados.

Cabe destacar que la metodología de estudio se encuentra sujeta a la acción de variables independientes al control del arqueólogo, tal como son la visibilidad, obstrusividad y accesibilidad (Gallardo y Cornejo, 1986), y cuyo efecto produce importantes alteraciones en el desarrollo de la investigación y, por tanto, en la calidad del registro. La visibilidad "dice relación con las características y variabilidad del medio ambiente en el área en estudio y especifica las dificultades para que un observador pueda detectar la presencia de materiales culturales sobre o bajo el terreno" (Gallardo y Cornejo: 411). La obstrusividad "se halla relacionada a la naturaleza de los materiales arqueológicos y a su sensibilidad para ser descubiertos por una técnica específica" (Gallardo y Cornejo: 410).



FIGURA 5.3.2.3-1
SITIOS DE ANÁLISIS PARA OBRAS DE ACUMULACIÓN DE AGUA PARA RIEGO
Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, la accesibilidad "se encuentra vinculada a las constricciones impuestas sobre la movilidad del observador para alcanzar un determinado lugar. Las variables que afectan la accesibilidad son: clima, ambiente biótico, topografía, extensión de caminos y patrones de tenencia de tierra" (Gallardo y Cornejo: 411).

5.3.2.4. Resultados

a) Levantamiento de Información Bibliográfica

a.1) Antecedentes Generales

El patrimonio cultural de la comuna de Monte Patria muestra las raíces indígenas con la existencia de una larga lista de sitios arqueológicos de arte rupestre y petroglifos en los distintos valles que conforman el territorio comunal. Asimismo, la construcción en adobe y la arquitectura de fachada continua, aleros y segundos pisos con balcones que aún conservan los sectores centrales o más antiguos de Tulahuén, Chañaral de Carén o Rapel junto a las iglesias y capillas de las distintas localidades, muestran la historia colonial y republicana de la comuna. Asimismo, en la comuna existe un rico patrimonio intangible ligado a las formas de vida agrícola, a la vida de "criancero" y a la religiosidad local que configura una comuna con fiestas y actividades tradicionales en cada una de las localidades.

a.2) Antecedentes del Área de Estudio

a.2.1) Monumentos Nacionales

Se revisó las bases de información con la que cuenta el Consejo de Monumentos Nacionales. En ella se describen 5 categorías de Monumentos Nacionales. A saber:

- Monumentos históricos: Son Monumentos Históricos los lugares, ruinas, construcciones y objetos de propiedad fiscal, municipal o particular que por su calidad e interés histórico o artístico o por su antigüedad, sean declarados tales por decreto supremo, dictado a solicitud y previo acuerdo del Consejo.

- Monumentos Públicos: Son objetos que han sido ubicados en el espacio público (campos, calles, plazas y/o paseos) con el fin de conmemorar acontecimientos, individuos o grupos de personas que han incidido de alguna manera en la cultural e historia nacional.

- Zonas Típicas: Se trata de agrupaciones de bienes inmuebles urbanos o rurales, que constituyen una unidad de asentamiento representativo de la evolución de la comunidad humana, y que destacan por su unidad estilística, su materialidad o técnicas constructivas.

- Monumentos Arqueológicos: Son aquellos bienes muebles e inmuebles como ruinas, construcciones y objetos -entre otros- de propiedad fiscal, municipal o particular, que por su valor histórico o artístico o por su antigüedad deben ser conservados para el conocimiento y disfrute de las generaciones presentes y futuras.

- Santuarios de la Naturaleza: Son santuarios de la naturaleza todos aquellos sitios terrestres o marinos que ofrezcan posibilidades especiales para estudios e investigaciones geológicas, paleontológicas, zoológicas, botánicas o de ecología, o

que posean formaciones naturales, cuya conservación sea de interés para la ciencia o para el Estado.

Respecto a las categorías Monumentos Históricos, Monumentos Públicos, Zonas Típicas, Monumentos Arqueológicos y Santuarios de la Naturaleza se comparó la información geográfica de esta tipología de monumentos respecto del Área de Estudio y de la ubicación de las obras (sitios de embalses y Tranques acumuladores) corroborándose que no existe ninguno en esta zona.

a.2.2) Patrimonio Cultural Inmaterial

Como se señaló anteriormente, en la comuna existe un rico patrimonio intangible ligado la religiosidad local que configura una comuna con fiestas y actividades tradicionales en cada una de las localidades. Las fiestas religiosas que se dan en casi todas las localidades de la comuna tienen como objetivo la adoración y celebración a las imágenes que guardan las iglesias las cuales son motivo de devoción de los feligreses.

En estas fiestas los participantes hacen bailes tradicionales para renovar votos y pedir por la salud y bienestar de la comunidad y la familia a la virgen y a los santos. Las fiestas son fundamentales para mantener y reproducir las tradiciones locales ligadas a la religiosidad popular propia del norte chico.

En el Área de Estudio, en la localidad de El Maqui, en el mes de octubre, se celebra la Fiesta Religiosa “Nuestra Sra. Del Rosario”.

a.2.3) Patrimonio Arqueológico

Los distintos valles de la comuna de Monte Patria, cuenta con un patrimonio arqueológico que se manifiesta a través de: Petroglifos, Pinturas Rupestres y Geoglifos.

a.2.4) Arte Rupestre

Los motivos más característicos de la pintura rupestre son las representaciones de máscaras con tocados cefálicos denominadas “cabezas tiara” inscritas en la piedra mayoritariamente con la técnica del grabado y escasamente pintadas. Otros motivos, son las figuras humanas de formas lineales muy estilizadas, a veces con tocados cefálicos y de cuerpo entero, también muestra motivos más simples como círculos con apéndice, rectángulos de lados curvilíneos a veces con figuras geométricas en su interior.

En el Cuadro 5.3.2.4-1 se identifican preliminarmente los sitios de arte rupestre en el Área de Estudio, que se verificaran con los trabajos de terreno a realizar en las próximas etapas.

CUADRO 5.3.2.4-1
SITIOS DE ARTE RUPESTRE EN VALLE DE MOSTAZAL

Valle o Sector	Sitio (Localidad)
Mostazal	Mostacilla
	Cuestecita
	El Maitén

Fuente: Elaboración propia, a partir de PLADETUR 2016.

a.2.5) Petroglifos

Los petroglifos se encuentran diseminados por todos los ríos y valles de la comuna. Se pueden apreciar en Huatulame a un costado de la carretera, en Chañaral Alto, en la Quebrada de Nomuco, en el Valle del Río Ponio cercano a Campanario, Sector El Cuyano, Tulahuén, El Palqui en el cerro El Buitre, etc. Sin embargo, aún no existe una ruta o circuito que recorra los sitios y los interesados que desean acceder a ellos deben hacerlo preguntando a los lugareños.

Los petroglifos están asociados principalmente a la cultura Molle, que se establecen en el territorio entre el 0 y 800 d.C. Sin embargo, es posible que ciertos sitios presenten petroglifos posteriores, asociados a las culturas Las Animas, Diaguita e Inca-Diaguita. Se destaca en particular hallazgos encontrados en la localidad de Pedregal (Actas Consejo de Monumentos Nacionales,2014).

El valor cultural de estas manifestaciones artísticas de culturas precolombinas es ampliamente reconocido, tanto por la población local de la comuna como por los actores claves entrevistados, entre los que figuran personal municipal, Carabineros y dueños de establecimientos turísticos locales. Además, es importante tener en cuenta que existe población local interesada por encontrar y retratar los petroglifos, aspecto fundamental para implementar una ruta o circuito turístico que integre los diferentes petroglifos.

En la Figura 5.3.2.4-1 es posible apreciar las localidades en que se han identificado hallazgos arqueológicos consignadas en registros bibliográficos previos.

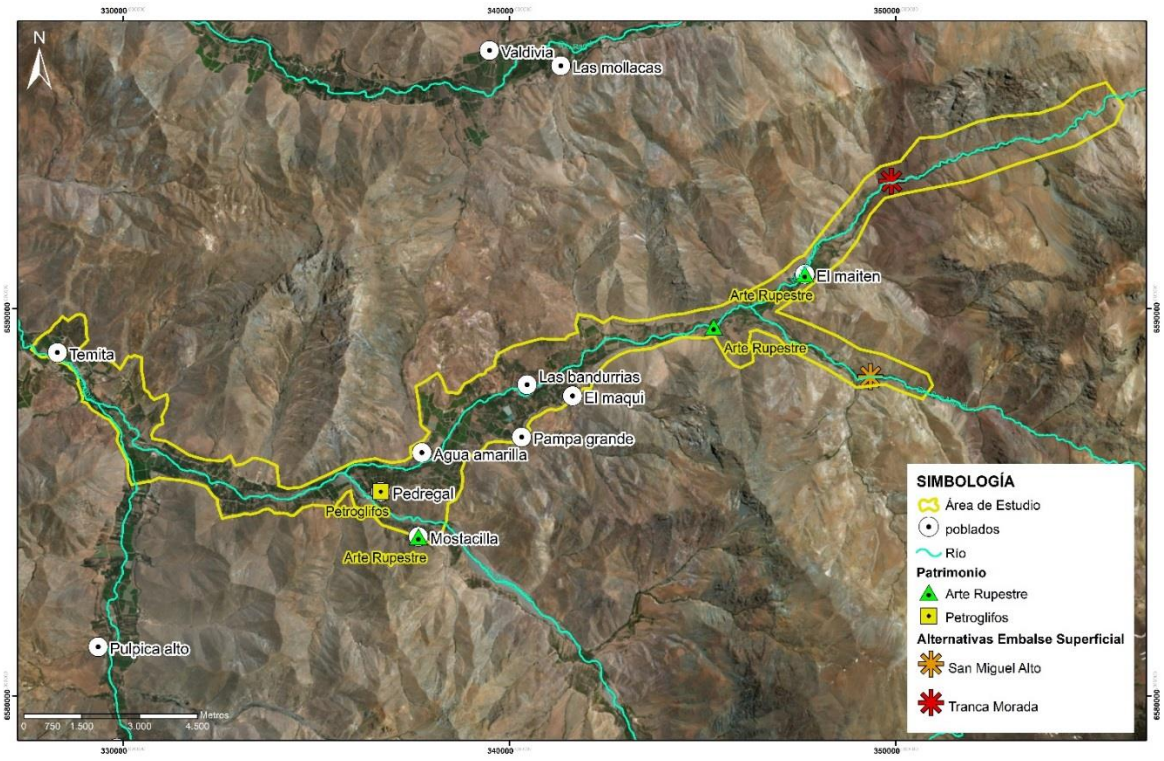


FIGURA 5.3.2.4-1
UBICACIÓN DE LOCALIDADES CON INDICACIONES DE RESTOS ARQUEOLÓGICOS
Fuente: Elaboración propia, a partir de Actas Consejo de Monumentos Nacionales, 2014; PLADETUR, 2016.

b) Levantamiento de Información en Terreno

Los resultados del levantamiento de Información de Terreno que se exponen a continuación, corresponden a los antecedentes contenidos en el informe de Evaluación de Aspectos Patrimoniales elaborado por el Especialista a cargo (Ver Anexo 5-4).

En La Figura 5.3.2.4-2 se presenta la ubicación espacial de los sitios con registros interés, lo cuales se describen en los siguientes acápites.

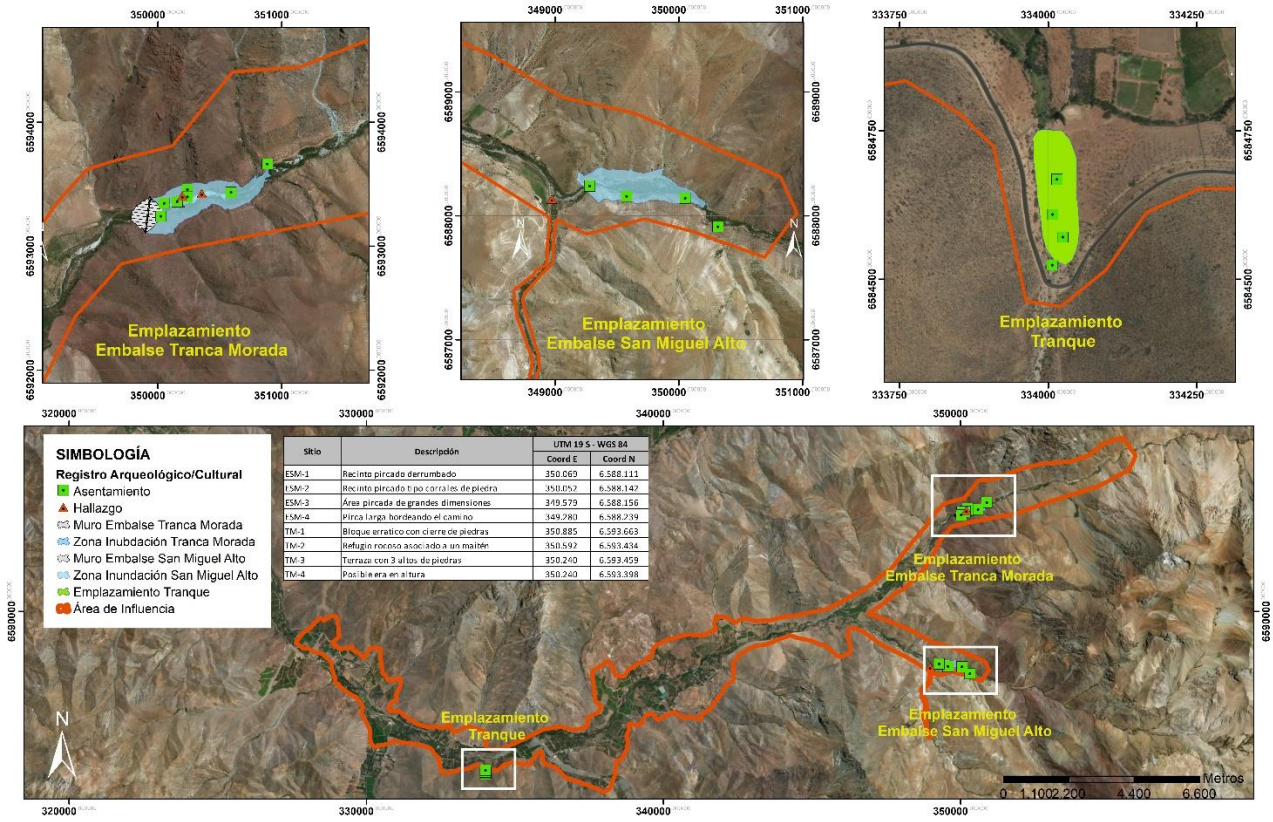


FIGURA 5.3.2.4-2
SITIO REGISTRADOS CON HALLAZGOS DE IMPORTANCIA CULTURÁL Y ARQUEOLÓGICA
Fuente: Elaboración propia.

b.1) Embalse Sitio San Miguel

Esta alternativa se ubica en San Miguel Alto (ver Figuras 5.3.2.4-3). Además del Embalse, se consideran dos sitios de extracción de áridos, ubicados en las siguientes coordenadas (WGS84 19S): Punto 1 348.965 E / 6.588.135 N) y Punto 2, 348.968 E / 6.588.214 N.

Se constataron algunas pircas asociadas a cultivos actuales en el sector noroeste del emplazamiento del embalse. Se identificaron algunas piedras fosilíferas, en las coordenadas 348.974 E / 6.588.134 N; 1.474 m.s.n.m. (ver Fotografía 5.3.2.4-1 y 5.3.2.4-2). Cabe recordar que este tipo de yacimientos tienen extensiones amplias, lo cual habría que determinar mediante estudio específico; más aún cuando en este sector se han planificado lugares de empréstito.

En general, las matrices observadas son cascajo y material de arrastre en las laderas del cerro y relleno fluvial rocoso en la caja del río. La cola del embalse se ubica aproximadamente en las coordenadas 350.316 E / 6.587.912 N; 1.582 m.s.n.m. Desde allí se comienza a recorrer (Ver Fotografía 5.3.2.4-3). La primera parte se presenta muy encajonada, con laderas de cascajo y fondo de quebrada con espesa vegetación.

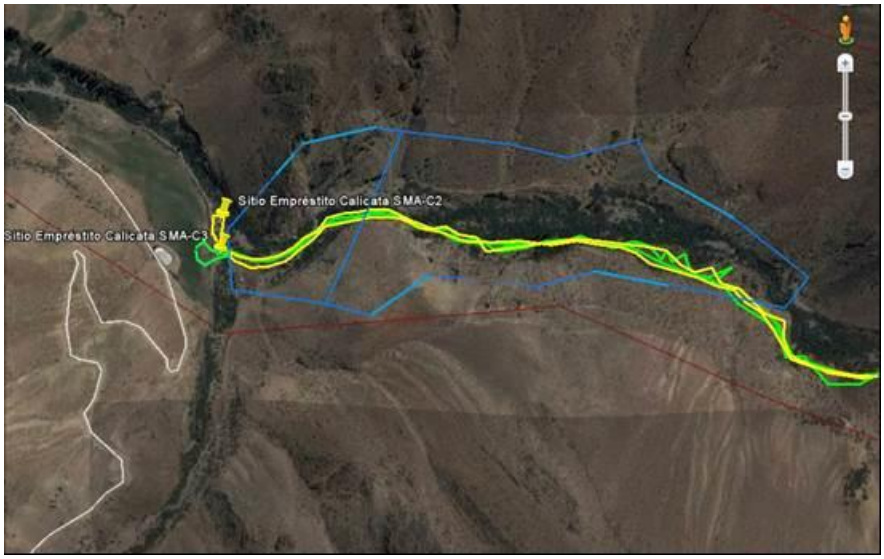


FIGURA 5.3.2.4-3
UBICACIÓN SITIO EMBALSE SAN MIGUEL ALTO
Nota: tracks de prospección en verde y amarillo
Fuente: Elaboración propia.



FOTOGRAFÍA 5.3.2.4-1
POTREROS DONDE SE ENCUENTRAN PIEDRAS FOSILÍFERAS
Fuente: Equipo Consultor.



FOTOGRAFÍA 5.3.2.4-2
PIEDRAS CON IMPRONTAS DE FÓSILES
Fuente: Equipo Consultor.



FOTOGRAFÍA 5.3.2.4-3
INICIO SITIO DE EMBALSE SAN MIGUEL ALTO (VISTA ESTE)
Fuente: Equipo Consultor.

En adelante se detalla cada uno de los sitios de interés registrados:

Sitio ESM-1: Recinto pircado derrumbado, de 7 m en sentido E-W y aproximadamente 4 m en sentido norte-sur, alcanzando una altura máxima de 80 cm. Parece el cimiento de una casa. No se observa material cultural en superficie. Se ubica junto al camino actual. Punto central en coordenadas 350.064 E / 6.588.102 N; 1.569 m.s.n.m. Construcción de doble hilada. Se observa cercanamente la

hondonada propia de un antiguo canal o acequia que bordea los cimientos de piedra. Se toma un punto de este canal en este sector: 350.069 / 6.588.111, 1.569 m. (Ver fotografía 5.3.2.4-4 y 5.3.2.4-5).



FOTOGRAFÍA 5.3.2.4-4
ESTRUCTURAS DEL SITIO ESM-1
Fuente: Equipo Consultor.



FOTOGRAFÍA 5.3.2.4-5
VISTA GENERAL DE SITIO ESM-1
Fuente: Equipo Consultor.

Sitio ESM-2: Recinto pircado tipo corrales de piedra (Ver Fotografía 5.3.2.4-6 y 5.3.2.4-7). Alto máximo 1,20 m; alrededor de 15 m en sentido norte-sur y 30 m en sentido este-oeste. Ubicado en coordenadas 350.052 E / 6.588.142 N; 1.562 m.s.n.m. Sin material cultural en superficie.

Al igual que en el sector de desembocadura de la quebrada en el sector San Miguel Alto, algunas de las piedras de las pircas presentan improntas de fósiles (Ver Fotografía 5.3.2.4-8).



FOTOGRAFÍA 5.3.2.4-6
ESTRUCTURAS DE SITIO ESM-2 (MUROS)
Fuente: Equipo Consultor.



FOTOGRAFÍA 5.3.2.4-7
MUROS SITIO ESM-2
Fuente: Equipo Consultor.

Sitio ESM-3: Área pircada de grandes dimensiones, con pirca de cierre superior, de unos 40 m en sentido norte-sur y 80 m en sentido este-oeste. Se ubica junto al camino, coordenadas 349.660 E/ 6.588.175 N, 1.547 m. En superficie se observan materiales subactuales: zapatos, latas, pilas, fragmentos óseos caprinos. Existe una gran roca, de unos 3 m de alto que estructura el sitio, en 349.579 E/ 6.588.156 N; 1.534 m.s.n.m. El recinto asociado a esta roca se ubica en 349.591 E / 6.588.165 N; 1.536 m.s.n.m. (Ver Fotografía 5.3.2.4-9).



FOTOGRAFÍA 5.3.2.4-8
PIEDRA CON IMPRONTA DE FÓSILES EN SITIO ESM-2
Fuente: Equipo Consultor.



FOTOGRAFÍA 5.3.2.4-9
SITIO ESM-3
Fuente: Equipo Consultor.

Sitio ESM-4: Pirca larga bordeando el camino, se registra en el sector 349.280 E / 6.588.239 N; 1.516 msnm. (Ver Fotografía 5.3.2.4-10)



FOTOGRAFÍA 5.3.2.4-10
SITIO ESM-4, PIRCA JUNTO A CAMINO
Fuente: Equipo Consultor.

b.2) Embalse Tranca Morada

Se recorre a partir de su extremo oriental, es decir la cola del embalse (Ver Figura 5.3.2.4-4 y 5.3.2.4-5). En esta área, muy poblada de vegetación, se observa el nacimiento de un canal antiguo por la ladera sur, fuera del área de inundación del proyecto (Ver Fotografía 5.3.2.4-11).



FOTOGRAFÍA 5.3.2.4-11
NACIENTE DE ANTIGUO CANAL EN LADERA SUR
Fuente: Equipo Consultor.



FIGURA 5.3.2.4-4
TRACKS PARA EL EMBALSE TRANCA MORADA
Nota: Tracks de prospección en verde y amarillo

Fuente: Elaboración propia.

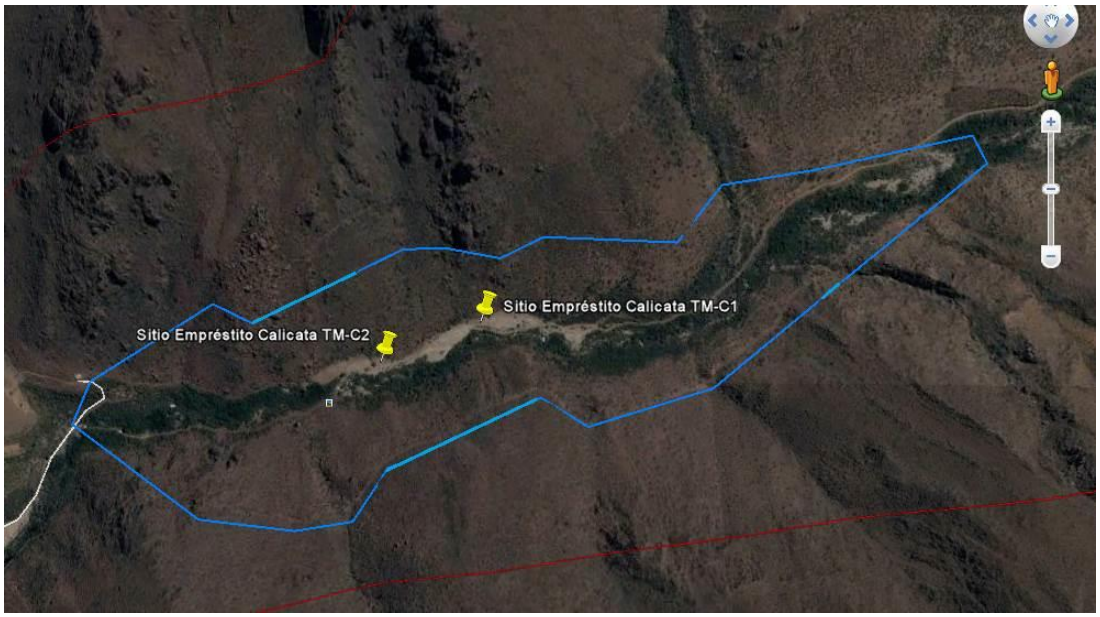


FIGURA 5.3.2.4-5
UBICACIÓN DE EMBALSE TRANCA MORADA Y SUS DOS SITIOS DE EMPRÉSTITO
Fuente: Elaboración propia.

Paleontología. Al igual que en algunos sectores del área de inundación del proyecto de Embalse San Miguel Alto, algunas de las piedras encontradas como arrastre en los futuros sitios de

empréstito de Tranca Morada, presentan improntas de fósiles. Los empréstitos propuestos para Tranca Morada se ubican en los siguientes puntos: Punto 1, 350.355 E/ 6.593.426 N; Punto 2, 350.177E / 6.593.351 N (Ver Fotografía 5.3.2.4-12).



FOTOGRAFÍA 5.3.2.4-12
PRIMER SITIO DE EMPRÉSTITO
Fuente: Equipo Consultor.

En adelante se detalla cada uno de los sitios de interés registrados:

Sitio TM-1. Bloque errático con cierre de piedras, preparación de un sector aplanado, con un recinto pircado más pequeño a un costado, tipo “chiquero”. En superficie se observa un fragmento de mortero, un fragmento de cerámica gruesa de tipo histórico, un fragmento de cerámica negra pulida y un fragmento de cerámica gris café, fragmentos de vidrio, latas, carbón, una hebilla metálica de cinturón. Hacia el Este, hay una pequeña explanad como para el reposo de animales. Cubre un área aproximada de 50 m en sentido este-oeste y unos 30 m en sentido norte-sur. Coordenadas 350.885 E / 6.593.663 N; 1.598 m.s.n.m. (Ver Fotografía 5.3.2.4-13 y 5.3.2.4-14).



FOTOGRAFÍA 5.3.2.4-13
SITIO TM-1
Nota: Se muestra en Fotografía a la derecha Fragmento de Mortero
Fuente: Equipo Consultor.



FOTOGRAFÍA 5.3.2.4-14
SITIO TM-1 (IZQUIERDA), ARTEFACTOS DE SUPERFICIE (DERECHA)
Fuente: Equipo Consultor.

Sitio TM-2. Refugio rocoso asociado a un maitén, con material subactual en superficie, el cual indica su uso muy reciente: una piedra lisa para sentarse, tarros y botellas escondidas para su reutilización; el piso ha sido preparado bajo el gran bloque rocoso. Aledaño a este sector principal, un área despejada donde caben dos animales. Área general: 5 m en sentido norte-sur y 20 m en sentido este-oeste. Por detrás pasa el camino antiguo. Coordenadas: 350.592 E / 6.593.434 N; 1.556 m.s.n.m. (Ver Fotografía 5.3.2.4-15 y 5.3.2.4-16).



FOTOGRAFÍA 5.3.2.4-15
SITIO TM-2
Fuente: Equipo Consultor.



FOTOGRAFÍA 5.3.2.4-16
SITIO TM-2, ACOPIO DE LEÑA
Fuente: Equipo Consultor.

Sitio TM-3. Sitio habitacional en la ribera norte de la cuenca, donde se ha trabajado una explanada con borde que mira hacia el sur. Terraza preparada con 3 altos de piedra de unos 70 cm, para aterrazar el lugar. Asociado a un bloque rocoso que no deja cobertura. Medidas: unos 15 m hasta el bloque rocoso, en sentido este-oeste y unos 15 m en sentido norte-sur. Coordenadas: 350.240 E / 6.593.459 N; 1.556 m.s.n.m. (Ver Fotografía 5.3.2.4-17 y 5.3.2.4-18).



FOTOGRAFÍA 5.3.2.4-17
SITIO TM-3, PLATAFORMA (IZQUIERDA), VISTA GENERAL (DERECHA)
Fuente: Equipo Consultor.



FOTOGRAFÍA 5.3.2.4-18
SITIO TM-3 VISTA HACIA EL RÍO
Fuente: Equipo Consultor.

Sitio TM-4. Posible era en altura (asociado a lugar de trabajo), pues se trata de un sector con viento. Ribera norte del río, terreno semicircular preparado para su horizontalidad. Posiblemente asociado con los corrales subactuales que están más abajo (TM-6). Sin material cultural en superficie, a excepción de una estaca roja, vieja, clavada al centro del terreno. Coordenadas 350.240 E / 6.593.398 N, 1.552 m.s.n.m. (Ver Fotografía 5.3.2.4-19).



FOTOGRAFÍA 5.3.2.4-19
SITIO TM-4
Fuente: Equipo Consultor.

Hallazgo aislado HATM-1. Medio mortero oblongo elaborado en granito ala de mosca. Se ubica en la ladera del cerro y se encuentra boca abajo. Ribera norte del río, coordenadas: 350.198 E / 6.593.406 N, 1.555 m.s.n.m. (Ver Fotografía 5.3.2.4-20).



FOTOGRAFÍA 5.3.2.4-20
SITIO HATM-1 MORTERO
Fuente: Equipo Consultor.

Sitio TM-5. Alero rocoso de altura, con preparación rústica del cierre de la entrada bajo dos grandes rocas visibles desde abajo y lejos, en ribera norte del río. Sin material en superficie. Coordenadas 350.021 E / 6.593.355 N, 1.565 m.s.n.m. Unos 2,5 m más abajo, se observa un conjunto de pircas de corto alcance en la "punta de la roca". Coordenadas: 350.051 E / 6.593.346 N; 1.556 m.s.n.m. Es probable que se trate de estructuras para cerrar el paso de animales desde el corral de animales que está en el sector bajo (TM-6). Sin material cultural en superficie. (Ver Fotografías 5.3.2.4-21 a 5.3.2.4-23).



FOTOGRAFÍA 5.3.2.4-21
SITIO TM-5, SENDERO DE ACCESO (IZQUIERDA) VISTA DESDE LO ALTO (DERECHA)
Fuente: Equipo Consultor.

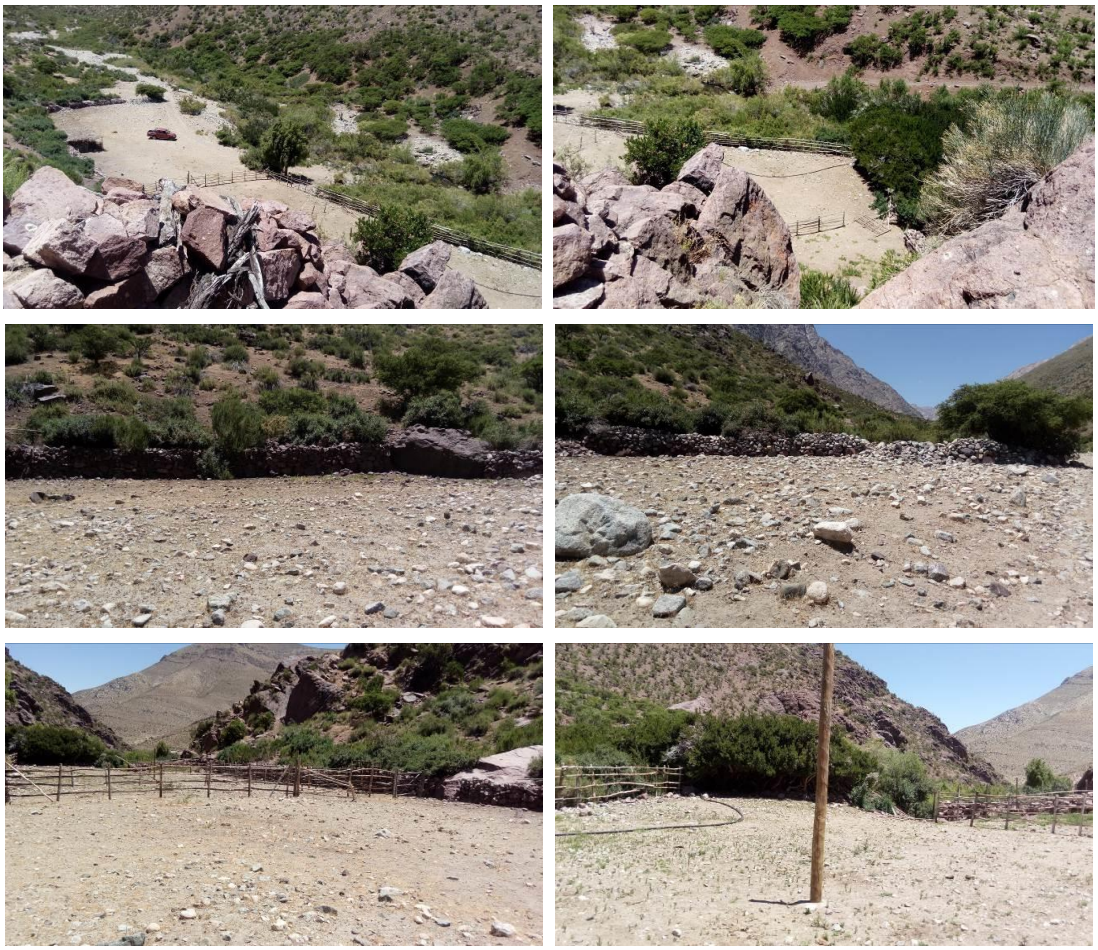


FOTOGRAFÍA 5.3.2.4-22
SITIO TM-5 INTERIOR ALERO (IZQUIERDA), ALERO (DERECHA)
Fuente: Equipo Consultor.



FOTOGRAFÍA 5.3.2.4-23
SITIO TM-5 ALERO (IZQUIERDA), PIRCA (DERECHA)
Fuente: Equipo Consultor.

Sitio TM-6. Gran corral con pirca y palos en ribera norte del río, cerrando hacia el Este, el Oeste y el Sur; borde norte apoyado en ladera. Material cultural en superficie se trata de basura de uso subactual. Coordenadas de vértices: NE: 350.156 E / 6.593.358 N, 1.541 m.s.n.m.; SE: 350.171 E / 6.593.336 N; 1.54 m.s.n.m.; NW: 350.171 E / 6.593.336 N; 1.543 m.s.n.m.; NW: 350.057 E / 6.593.325 N; 1.541 m.s.n.m.; SW: 350.083 E / 6.593.314 N; 1.538 m.s.n.m. (Ver Fotografía 5.3.2.4-24).



FOTOGRAFÍA 5.3.2.4-24
SITIO TM-6
Fuente: Equipo Consultor.

Sitio TM-7. Gran bloque rocoso en ribera sur del río con recinto de alojamiento, corral lateral y sector para preparar carnes arrimado a otro bloque rocoso. En superficie se observan restos de basura subactual como pilas, latas, vidrio, palos, restos de un cuaderno. No es posible descartar ocupaciones anteriores. Coordenadas 350.025 E / 6.593.242 N; 1.545 m.s.n.m. (Ver Fotografías 5.3.2.4-25 a 5.3.2.4- 27).



FOTOGRAFÍA 5.3.2.4-25
SITIO TM-7
Fuente: Equipo Consultor.



FOTOGRAFÍA 5.3.2.4-26
SITIO TM-7 SECTOR PARRILLA
Fuente: Equipo Consultor.



FOTOGRAFÍA 5.3.2.4-27
SITIO TM-7, VISTA HACIA EL RÍO
Fuente: Equipo Consultor.

b.3) Tranque de Regulación

Sector con abundante derrubio y remoción de terreno que se desarrolla en la ribera sur del río, a partir de la ruta. En su vértice sur, junto al camino, marca a las coordenadas 334.031 E / 6.584.477 N; 871 m.s.n.m. (Ver Figura 5.3.2.4-6 y Fotografía 5.3.2.4-28).



FIGURA 5.3.2.4-6
SITIO TRANQUE DE REGULACIÓN
Nota: Imagen a la izquierda en rojo sitio emplazamiento obra; a la derecha tracks de recorrido.
Fuente: Equipo Consultor.



FOTOGRAFÍA 5.3.2.4-28
VISTA GENERAL DE SITIO TRANQUE DE REGULACIÓN, VISTA DESDE EL SUR
Fuente: Equipo Consultor.

En el sector alto, junto al camino, existen 3 hornos de barro con chimenea, abandonados recientemente, en las coordenadas 334.050 E / 6.584.546 N, 878 m.s.n.m. (Ver Fotografía 5.3.2.4-29).



FOTOGRAFÍA 5.3.2.4-29
HORNOS DE BARRO ABANDONADOS
Fuente: Equipo Consultor.

Sitio TR-1: Contención de la quebrada con una pirca, que deja un sector plano sobre ella. Probablemente se trate de una protección para la pasada en sentido este-oeste de un canal antiguo. Se observa en unos 7 m de ancho, en las coordenadas 334.007 E / 6.584.524 N; 865 m.s.n.m. (Ver Fotografía 5.3.2.4-30).



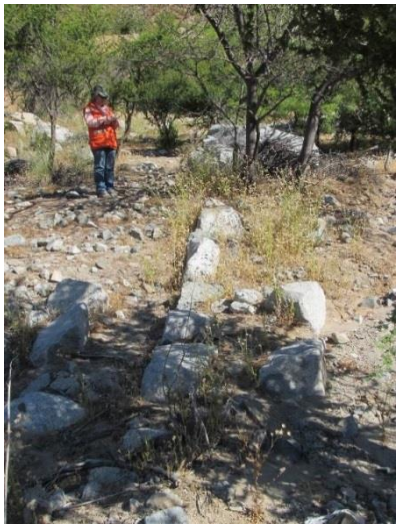
FOTOGRAFÍA 5.3.2.4-30
SITIO TR-1
Fuente: Equipo Consultor.

Sitio TR-2. Pirca curva de unos 15 m de largo, en sentido norte-sur, de posible uso reciente, sin material en superficie. Coordenadas: 334.025 E / 6.584.571 N, 857 m.s.n.m. (Ver Fotografía 5.3.2.4-31).



FOTOGRAFÍA 5.3.2.4-31
SITIO TR-2
Fuente: Equipo Consultor.

Sitio TR-3. Pirca baja, con base de doble hilada, en sentido norte-sur. De unos 12 m de largo y 1,20 m de ancho. Coordenadas: 334.018 E / 6.584.590 N, 855 m.s.n.m. Continua el mencionado murito de piedras pequeñas, que podría corresponder al mencionado como canal El Peralito en las cartas; se toma otro punto en 334.008 E / 6.584.609 N, 852 m.s.n.m. (Ver Fotografía 5.3.2.4-32).



FOTOGRAFÍA 5.3.2.4-32
SITIO TR-3
Fuente: Equipo Consultor.

Sitio TR-4. Muro con cemento de baja calidad, orientado en sentido norte-sur, de unos 14 m de alto y 1 m de alto. Cubierto por arriba. Coordenadas 334.015 E / 6.584.668 N, 845 m.s.n.m. (Ver Fotografía 5.3.2.4-33).



FOTOGRAFÍA 5.3.2.4-33
SITIO TR-4
Fuente: Equipo Consultor.

El extremo norte del área de proyecto se presenta bastante removido, con varios tranques sencillos abandonados y cerrado por un canal que corre en medio de un cañaveral. Se recorre hasta las coordenadas 334.017 E / 6.584.759 N; 841 m.s.n.m.

5.3.2.5. Conclusión y Determinación de Sensibilidad Ambiental

En el Área de Estudio no existen sitios de importancia cultural protegidos de forma oficial, según los estamentos tradicionales de protección.

Las evidencias de ocupación cultural de los tres sitios visitados indican que ha tenido una historia de ocupación humana. El análisis por sectores, indica que hay sitios arqueológicos, ninguno registrado en la literatura, con insuficientes estudios científicos en profundidad. Se detecta, al menos, sitios que dan cuenta de un modo de vida "pastor" (asociado a actividad arriero) de épocas subactuales, no pudiéndose descartar ocupaciones anteriores en el mismo emplazamiento.

Se identificaron 4 asentamientos en el sitio de emplazamiento del Proyecto San Miguel Alto, 7 asentamientos y un Hallazgo Aislado en el área del Proyecto Tranca Morada. Para ellos, será necesario comprobar su registro subsuperficial mediante una Ampliación de Línea Base. En este marco, los 4 rasgos encontrados en el sitio de emplazamiento del Tranque de Regulación pudieran corresponder más bien a diversos intentos de control de la quebrada y de las aguas de los varios canales subactuales, sin que, probablemente se haya producido allí asentamientos. Es por ello que para estos últimos (Sitio Tranque de regulación), se estima que no se requiere más que un registro superficial, descartando en primera instancia la proposición de medidas ambientales vinculadas al patrimonio cultural y arqueológico.

En cuanto al hallazgo de piedras con fósiles, es necesario conocer mediante un estudio de Paleontología del área, su posible origen y dispersión.

Se define la Sensibilidad Ambiental del componente Patrimonio Arqueológico y cultural, como se muestra en el Cuadro 5.3.2.5-1. La Sensibilidad para este componente se basa únicamente en la Vulnerabilidad ya que los atributos de función e importancia ecológica no son aplicables en este caso.

CUADRO 5.3.2.5-1
SENSIBILIDAD AMBIENTAL COMPONENTE PATRIMONIO CULTURAL

Alternativa	V	Justificación	S
TM	4	Se identificaron 7 asentamientos y un Hallazgo Aislado, que requieren un análisis más exhaustivo del sitio.	4
SM_a	3	Se identificaron 4 asentamientos, que requieren un análisis más exhaustivo del sitio.	3
MEJ_COND	1	Dado que, mayoritariamente las obras de mejoras se asocian a infraestructura ya existente, no se interviene patrimonio cultural y/o arqueológico. Particularmente en el sitio para análisis de emplazamiento de tranque de regulación no se constataron evidencias certeras de restos arqueológicos.	1

Nota: V: Vulnerabilidad; S: Sensibilidad
TM: Tranca Morada; SM_a: San Miguel Alto; MEJ_COND: Mejoramiento de la Conducción.

Fuente: Elaboración propia.

5.3.3. Infraestructura y Equipamiento

5.3.3.1. Antecedentes Generales

La infraestructura que resulta de interés considerar en el Estudio, dado un eventual impacto en ellas: instalaciones de APRs, que se abastecen de pozos profundos, norias y vertientes; tendidos eléctricos que abastecen las distintas localidades del Área de Estudio; la red de canales de regadío, constituida por 42 canales en uso; entre otros equipamientos e infraestructura que se analizarán en etapas posteriores si se evidencia un impacto en estas, con la implementación de medidas que forman parte de las alternativas que se deberán evaluar en el Estudio.

Una atención especial tuvo la red vial, incluyendo vías principales y secundarias. Una vez definidas las características definitivas de la construcción de los embalses, se identificará los caminos, huellas y atraviesos que serán afectados por el proyecto.

5.3.3.2. Área de Influencia

El área de influencia para este componente, corresponde al polígono donde se desarrollarán las acciones para la ejecución y mejoras de las alternativas de obras propuestas. Queda delimitada por el Área de Influencia Total del Estudio.

5.3.3.3. Metodología

Se efectuó una revisión de antecedentes relacionados con infraestructura y equipamiento en el área de influencia. Además, se utilizó la información generada a partir de visitas a terreno en el marco de la presente consultoría.

5.3.3.4. Resultados

a) Poblados y localidades en el territorio

Las localidades existentes en Área de Estudio corresponden las indicadas en el Cuadro 5.3.3.4-1 y emplazadas en el Área de Estudio, según se observa en la Figura 5.3.3.4-1.

CUADRO 5.3.3.4-1
LOCALIDADES Y POBLADOS AREA DE ESTUDIO

N°	Localidades/ Poblados
1	TRANCA MORADA
2	HACIENDA SASSO
3	EL MAITEN
4	CARACOLES DEL MAITEN
5	SAN MIGUEL
6	CUESTECITA
7	QUEBRADA HONDA
8	EL ARENAL
9	EL HINOJAL
10	RAPELCILLO
11	LAS COIPAS
12	EL MAQUI
13	LAS BANDURRIAS
14	PAMPA GRANDE
15	AGUA AMARILLA
16	MOSTAZAL
17	PEDREGAL
18	MOZTACILLA
19	LAS CARPAS
20	QUEBRADA SECA
21	COLLIGUAY ALTO
22	CHAGUARAL
23	COLLIGUAY BAJO
24	LOMITAS DE CAREN
25	CAREN
26	HACIENDA CAREN
27	EL HIGUERAL
28	BELLAVISTA DE CAREN

Fuente: Elaboración propia, a partir referencias aportadas por actores locales.

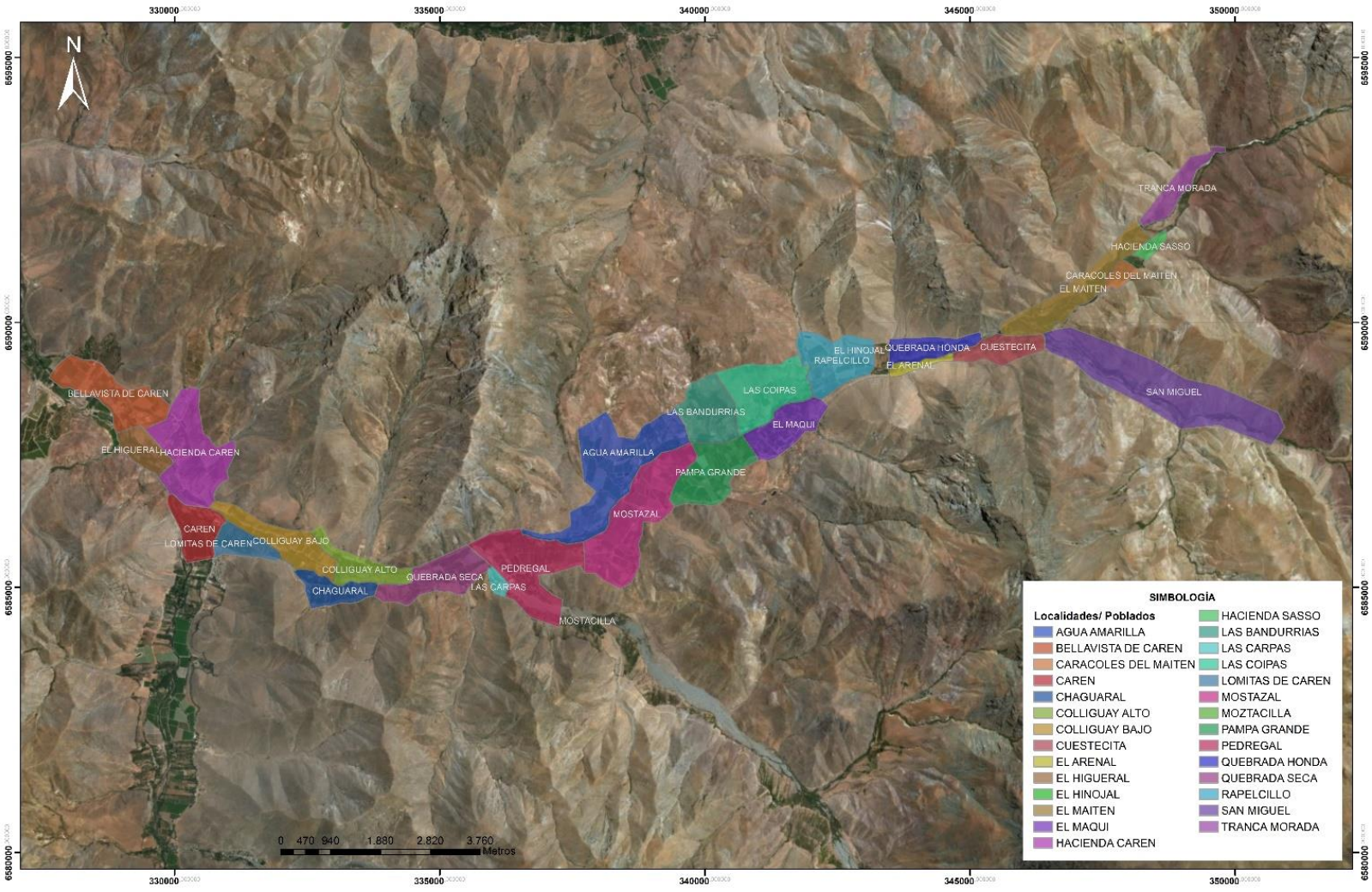


FIGURA 5.3.3.4-1
LOCALIDADES ÁREA DE ESTUDIO

Fuente: Elaboración propia, a partir referencias aportadas por actores locales.

b) Cobertura de agua potable y aguas servidas (Alcantarillado)

Según el Plan de Desarrollo Comunal (2012) desde el punto de vista de los servicios sanitarios, el área urbana de la comuna presenta un 97,2 de cobertura de agua potable y de un 88 de aguas servidas. En el sector rural, la cobertura de agua potable alcanza a un 87 y son los sistemas de agua potable rural (A.P.R) los servicios que se prestan en áreas territoriales calificadas como rurales o agrícolas conforme con los respectivos instrumentos de planificación territorial (Plan Regulador).Estos sistemas se forman y constituyen como un servicio particular, bajo la forma de un Comité o Cooperativa u otra figura jurídica que acuerden los interesados, obteniendo los permisos de funcionamiento del Ministerio de Salud, a través de los respectivos Servicios de Salud del Ambiente.

Así, en la comuna de Monte Patria existen 23 sistemas A.P.R y en el Área de Estudio, funcionan 5 sistemas A.P.R en las localidades que se detallan en Cuadro 5.3.3.4-2.

CUADRO 5.3.3.4-2
SISTEMA A.P.R. EN AREA DE ESTUDIO

Nº	Nombre Sistema A.P.R	Localidades/ Poblados
1	Pedregal	Pedregal, Las Carpas
2	El Maqui	El Maqui, Pampa Grande, Mostazal de Pampa
3	El Maitén	El Maitén
4	Colliguay	Colliguay Alto, Cochiguay Bajo, Chaguaral, Hacienda de Caren
5	La Tranquita	La Tranquita

Fuente: Elaboración propia, a partir de Memoria Explicativa Plan Regulador Comunal de Monte Patria (2006).

Respecto a la evacuación de agua servida, se destaca la inexistencia de alcantarillado en la totalidad del Área de Estudio.

c) Infraestructura Vial

La oferta de infraestructura vial, está constituida por una red centrada en Monte Patria, que proporciona una cobertura adecuada a los centros poblados de la comuna. Lo estrecho de los valles fluviales y las pendientes del suelo, han llevado a concentrar el crecimiento poblacional en torno al acceso a los valles.

El transporte privado presenta una composición vehicular homogénea, con flujos no muy altos y el trasporte público presenta tres tipos el trasporte público formal (Buses, Taxis y Colectivos-taxis) con cobertura intercomunal y un transporte público asociado a la actividad agrícola como única alternativa de movilización rural.

La comuna presenta condiciones topográficas que limitan las conexiones viales, sin embargo, cuenta con tres principales definiciones viales como son las vías Troncales, las vías Colectoras y las vías de servicio. En las vías Troncales se definen la Ruta D-597 y D-55, en las vías Colectoras se definen la Ruta D-55, 597 y 557 y en las vías de Servicio se define la prolongación de Rapel hacia las Mollacas y el camino hacia Pedregal, proporcionando una cobertura adecuada a las localidades que se liga a las actividades comunales y sus roles.

En Figura 5.3.3.4-2 se presenta el trazado de la red vial estructurante. Las condiciones morfológicas de la comuna determinan trazados sinuosos y con pendientes elevadas y prolongadas que son la principal limitante en oferta de capacidad.

En términos más específicos, el valle del río Mostazal está conformado por una serie de localidades y poblados menores, tales como El Maitén, Pampa Grande, Pedregal, Carén y Mostazal, las que se encuentran conectadas por la vía existente entre Monte Patria y Pedregal (vía Primaria D-577), con una distancia de 40 km. Esta vía principal en el Área de Estudio, comienza en la localidad de Carén, presentándose asfaltada hasta el poblado de Mostazal, luego continua con una superficie ripio hasta la localidad de Tranca Morada.

El estado de conservación de los caminos varía según el tramo analizado y por el tipo de superficie existente en el Área de Estudio. La superficie del camino en el tramo Bellavista de Carén hasta Mostazal, actualmente se encuentra asfaltada y en buen estado, según se observa en Fotografía 5.3.3.4-1.

El tramo de camino entre la localidad de Mostazal hasta la localidad de Tranca Morada corresponde a una superficie ripiada en buen estado según se observa en Fotografía 5.3.3.2-2.

Finalmente, las vías de acceso desde la Ruta D-577 hasta los sitios de embalse, corresponden a caminos particulares, los cuales poseen tramos en regular y mal estado según se observa en las Fotografías 5.3.3.4-3 y 5.3.3.4-4.

A estos caminos particulares, hoy sólo acceden con permisos de sus dueños un número reducido de vehículos. Por tanto, es común que la circulación de estos, actualmente sea baja, situación que se modificará notoriamente, si finalmente uno de ellos, es elegido como acceso para la construcción del embalse. En este contexto, se requerirá tomar las medidas necesarias para asumir un aumento en el tránsito vehicular, y un cambio en el tipo de vehículo en tránsito, asociado principalmente a maquinaria pesada en la etapa de construcción.

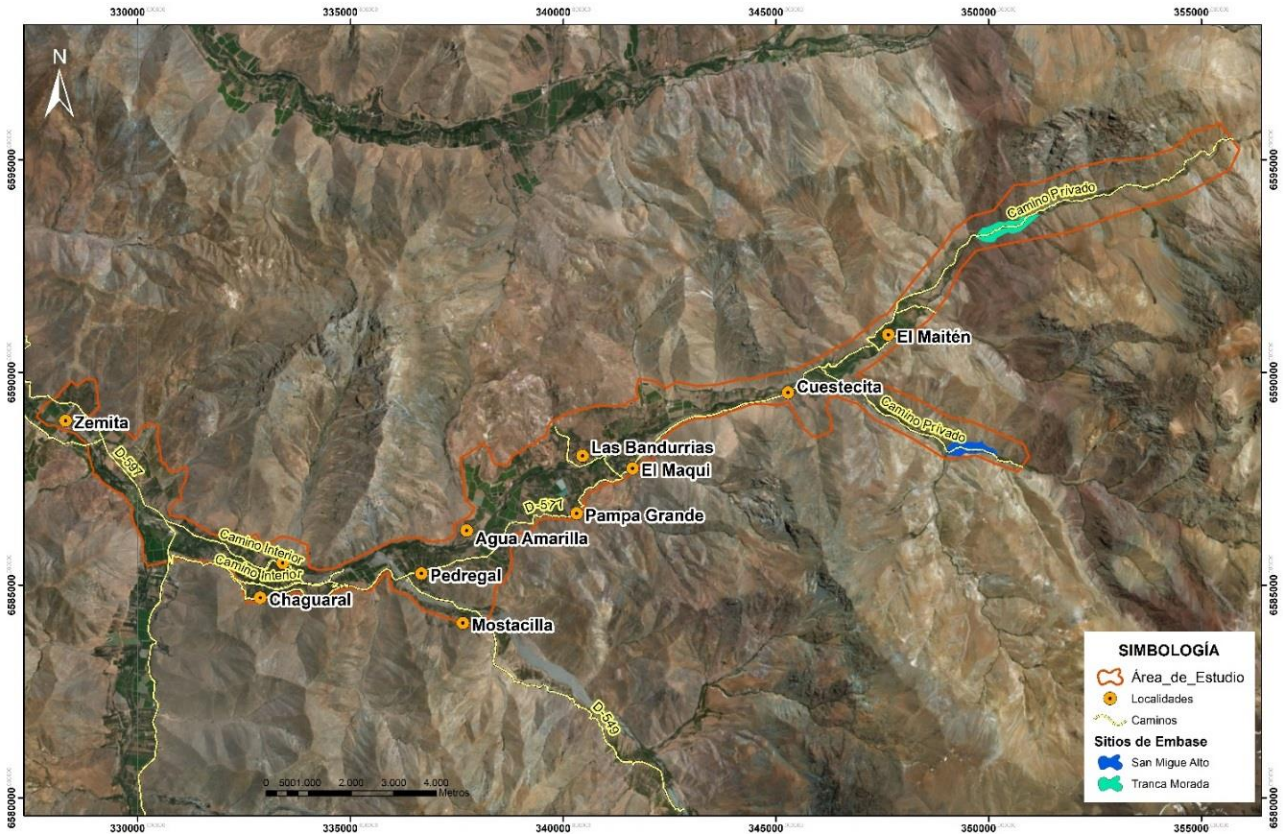


FIGURA 5.3.3.4-2
RED VIAL COMUNAL
Fuente: Elaboración propia, a partir de base SIG de la Biblioteca del Congreso Nacional (BCN).



FOTOGRAFÍA 5.3.3.4-1
SUPERFICIE ASFALTADA
Fuente: Equipo Consultor.



FOTOGRAFÍA 5.3.3.4-2
SUPERFICIE RIPIADA
Fuente: Equipo Consultor.



FOTOGRAFÍA 5.3.3.4-3
SUPERFICIE CAMINO PARTICULAR SITIO SAN MIGUEL ALTO
Fuente: Equipo Consultor.



FOTOGRAFÍA 5.3.3.4-4
SUPERFICIE TIERRA CAMINO PARTICULAR SITIO TRANCA MORADA
Fuente: Registro de Equipo Consultor.

d) Aguas Lluvias

En toda la Comuna no existe sistema de evacuación de Aguas Lluvias propiamente tal, el escurrimiento se efectúa a través de sus calles.

e) Infraestructura de Riego

La comuna de Monte Patria mantiene un carácter eminentemente rural y, por tanto, la actividad agrícola adquiere vital relevancia en términos de la estructura productiva comunal. Así, en un contexto económico definido principalmente por las actividades primarias, el sector agrícola otorga dinamismo y es uno de los principales generadores de empleo en la comuna, existiendo importantes inversiones en producción pisquera y frutícola (PLADECO, 2012). Tal contexto productivo hace que proyectos de inversión pública tendientes a mejorar la seguridad de riego sean especialmente relevantes para impulsar el desarrollo territorial.

En términos más específicos, el valle del río Mostazal existe una extensa red de canales bajo la administración de la Junta de Vigilancia del Río Mostazal y sus Afluentes. La Junta se encuentra subdividida en 3 subsecciones y posee tanto comunidades de agua como canales individuales. Según un estudio de fortalecimiento efectuado el año 2013 por el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), la Junta distribuye las aguas a 36 comunidades de aguas, de acuerdo al caudal que a cada una de ellas le corresponde. Según la misma fuente, la equivalencia en términos de acciones/l/s es de 1 a 1, mientras que la superficie regada se estima en 1 ha por cada l/s. El Cuadro 5.3.3.4-3 contiene el detalle de dichas organizaciones.

CUADRO 5.3.3.4-3
COMUNIDADES DE AGUAS ASOCIADAS A JUNTA DE VIGILANCIA DEL RÍO MOSTAZAL

N	Comunidad de Agua	Usuarios	Superficie de Riego (ha)	Río Origen de las Aguas
1	**Sasso Bajo**	17	103	Mostazal
2	**Mollar**	25	80	Mostazal
3	**Maitén Bajo**	28	68,5	Mostazal
4	**Maitén Alto**	38	63	Mostazal
5	**Quebrada Honda**	10	168	Mostazal
6	**Habitación**	5	79	San Miguel
7	**Palcalito**	6	59	San Miguel
8	**Cascada**	4	126	San Miguel
9	**Arenalito**	51	80	Mostazal
10	**Arenal**	25	330	Mostazal
11	**Maqui Alto**	64	127,5	Mostazal
12	**Maqui Bajo**	53	112.5	Mostazal
13	**Derrumbe**	6	52	Mostazal
14	**Veguita**	8	60	Mostazal
15	**Vega**	25	246,5	Mostazal
16	**Estanque**	2	15	Mostazal
17	**Durazno**	6	125	Mostazal
18	**Trojes Alto**	15	21	Tulahuencito
19	**Redondo**	17	25	Tulahuencito
20	**Pedregal**	51	24	Mostazal/Tulahuencito

CUADRO 5.3.3.4-3
COMUNIDADES DE AGUAS ASOCIADAS A JUNTA DE VIGILANCIA DEL RÍO MOSTAZAL

N	Comunidad de Agua	Usuarios	Superficie de Riego (ha)	Río Origen de las Aguas
21	**Mostacilla Alta o Tranquita**	19	23	Tulahuencito
22	**Mostacilla Baja o Vertiente**	26	17	Tulahuencito
23	**Molino Viejo**	20	126,25	Mostazal
24	**Molino Agua Amarilla**	2	35	Mostazal
25	**Peralito**	34	120	Mostazal
26	**Cancha**	78	173	Mostazal
27	**Colliguay Alto**	6	203,5	Mostazal
28	**Colliguay Bajo**	113	90	Mostazal
29	**Espinal**	12	15	Mostazal
30	**Guindo**	17	32	Mostazal
31	**Callejón**	4	15,5	Mostazal
32	**Chaguaral**	22	17	Mostazal
33	**Carrizalito**	26	15	Mostazal
34	**Lomita**	44	60	Mostazal
35	**Alfaro**	21	60	Mostazal
36	**Viñas del Rio Mostazal**	25	60	Mostazal
TOTAL USUARIOS		**925**	**2.914,75**	**-**

Fuente: Elaboración propia, a partir de antecedentes de Junta de Vigilancia del Río Mostazal y sus Afluentes y recopilación de datos en terreno.

f) Afectación Directa en Infraestructura y Equipamiento

f.1) Antecedente General

Se entiende en el presente informe por "afectación directa" cuando el proyecto y/o actividad presenta algunos de los efectos, características o circunstancias del artículo 11 de la Ley N° 19.300[6], específicamente su letra "c", que señala el "Reasentamiento de comunidades humanas, **o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos".**

Considerando la aplicación concreta de la frase "alteración significativa de los sistemas de vida y costumbre de grupos humanos" se presenta en adelante un análisis de cada uno de los sitios de embalse, describiendo el impacto que pueda generarse en la infraestructura vial, viviendas y actividades ganaderas.

[6] a) Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones o residuos; b) Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire; c) Reasentamiento de comunidades humanas,o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos;d) Localización en o próxima a poblaciones, recursos y áreas protegidas, sitios prioritarios para la conservación, humedales protegidos y glaciares, susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar; e) Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona; y f) Alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.

f.2) Alternativa Sitio Embalse Tranca Morada

En la Figura 5.3.3.4-3 se observa la ubicación de una vivienda fuera del área de inundación del Sitio Tranca Morada, a una distancia de 1,7 km aproximadamente. Se accede a dicha vivienda por un camino privado que actualmente es utilizado para el tránsito vehicular, peatonal y para el arreo de animales. Con la construcción del embalse, dicho camino adquiere importancia desde la perspectiva de transformarlo en un camino público (con las respectivas expropiaciones) y/o la posible solicitud (como medida de compensación) de los propietarios de la vivienda para mantener un camino de acceso privado.

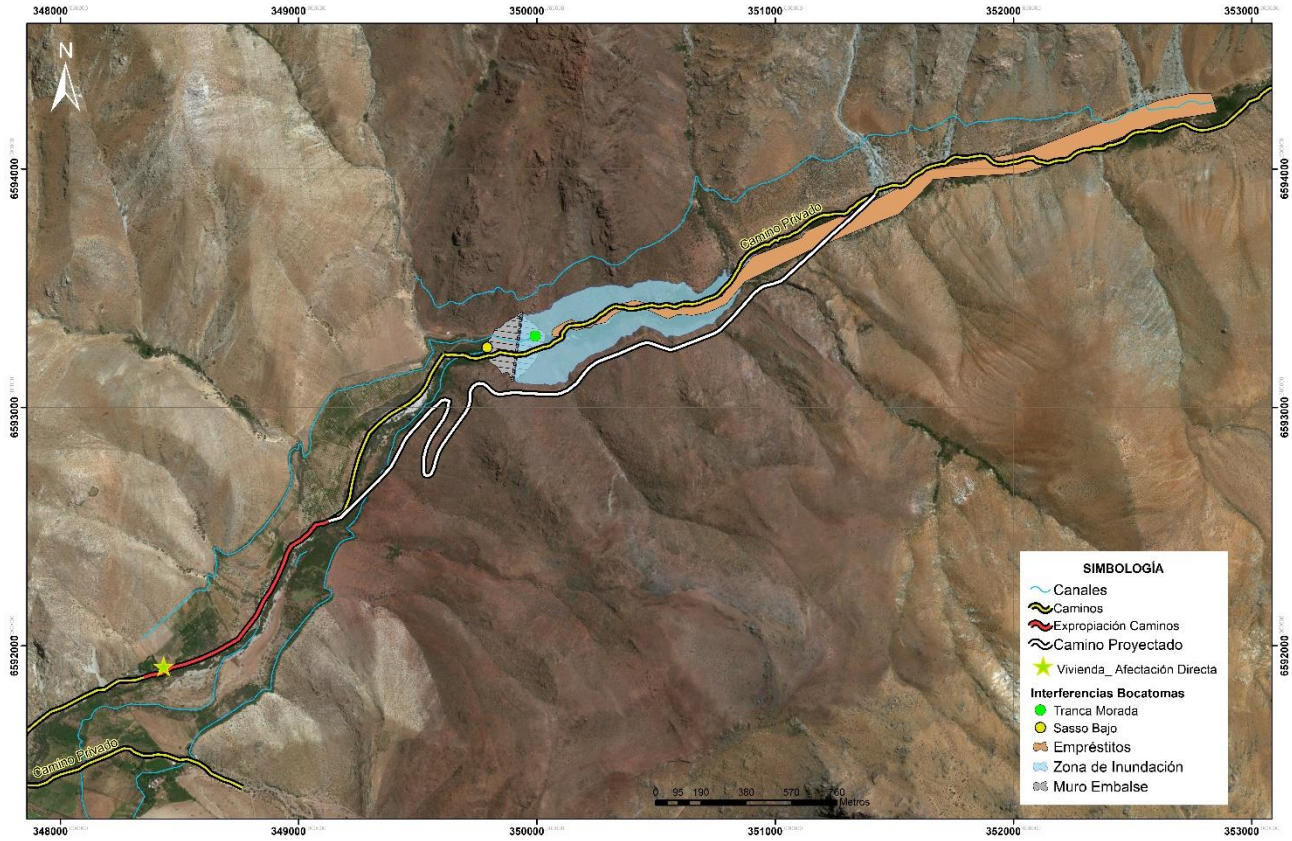


FIGURA 5.3.3.4-3
ÁREA AFECTACIÓN DIRECTA, ALTERNATIVA EMBALSE TRANCA MORADA
Fuente: Elaboración propia.

El mencionado camino adquiere una mayor relevancia por su utilización en las “veranadas” en el periodo entre Diciembre y Mayo de cada año, que considera el paso masivo de los crianceros y el pastoreo de sus animales en los terrenos colindantes. Concluyendo que, con la construcción del Embalse los crianceros serán afectados en su habitual subida hacia los pastos de la cordillera trasandina. Por otra parte, los propietarios de los sitios afectados dejarán de percibir un ingreso por el acceso y arriendo de terreno para pastoreo. De igual forma, se reconoce una intervención en la bocatoma del canal Tranca Morada, la cual se presenta en la zona de emplazamiento del muro del embalse como se aprecia en Figura 5.3.3.4-3.

f.3) Alternativa Sitio San Miguel Alto

En la Figura 5.3.3.4-4 , se observa la ubicación de una vivienda fuera del área de inundación del sitio San Miguel Alto, a una distancia de 2,4 km aproximadamente del límite del área de inundación. Se accede a dicha vivienda por un camino privado que actualmente es utilizado para el tránsito vehicular, peatonal y en menor medida, para el arreo de animales. Es baja la utilización de esta alternativa para las “veranadas”, por la mayor distancia existente hacia los pastos de la cordillera transandina y el mejor estado del camino alternativo en el sector de Tranca Morada.

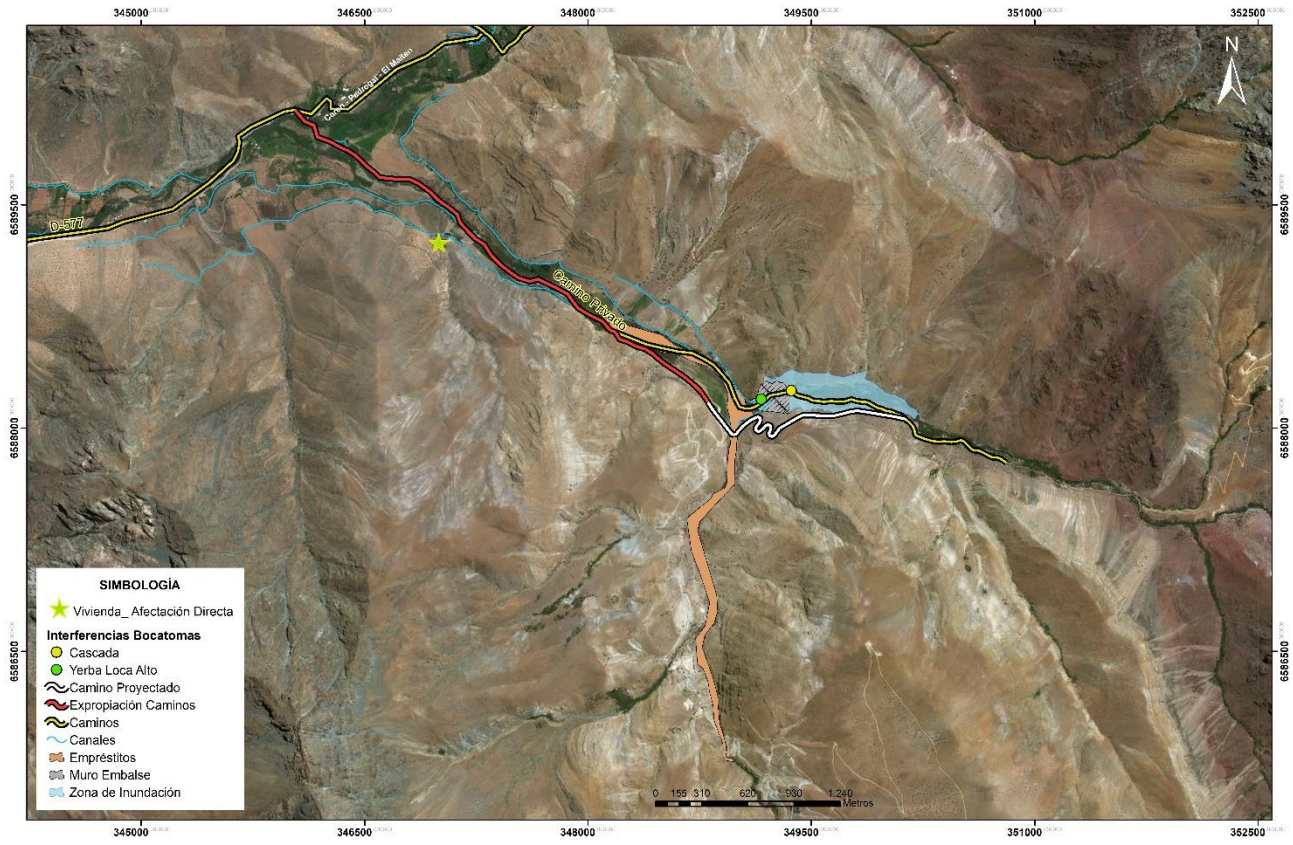


FIGURA 5.3.3.4-4
ÁREA AFECTACION DIRECTA, ALTERNATIVA EMBALSE SAN MIGUEL ALTO
Fuente: Elaboración propia.

Con la construcción del embalse, dicho camino adquiere importancia desde la perspectiva de transformarlo en un camino público (con las respectivas expropiaciones) y/o a la posible solicitud (como medida de compensación) del propietario de la vivienda, de mantener un camino privado para el acceso familiar. Concluyendo que, con la construcción del Embalse, una parte de los crianceros serán afectados en su habitual subida hacia los pastos de la cordillera trasandina. Por otra parte, el propietario del sitio afectado, dejará de percibir un ingreso por el acceso y arriendo de terreno para pastoreo.

De igual forma que en el sitio de embalse tranca Morada, en la alternativa San Miguel Alto se interfieren dos bocatomas de canal (Yerba Loca Alta y Cascada) al estar emplazado dentro del área de influencia del proyecto, como se aprecia en la Figura 5.3.3.4-4.

5.3.3.5. Conclusión y Determinación de Sensibilidad Ambiental

El emplazamiento de las alternativas de sitios de embalse (Tranca Morada y San Miguel Alto) afecta a los distintos equipamientos e infraestructura descritos precedentemente. Existe inquietud entre los responsables de los APRs del Área de Estudio, por el impacto que un embalse puede causar en pozos y en las napas subterráneas, al disminuir el caudal del rio Mostazal.

Asimismo, la red vial existente (D-577) en el Área de Estudio, se verá afectada dado la habilitación de caminos públicos para el acceso a los sitios de emplazamiento de embalses y, la expropiación de predios, o parte de ellos, desde el camino público más cercano (D-577) hasta el sitio del embalse. Por el aumento de la circulación de vehículos y camiones en el periodo de construcción, el camino D-577 deberá tener las condiciones de seguridad y el estándar que la obra necesite.

El impacto en la infraestructura de riego, como canales y bocatomas se observa en el sitio de embalse Tranca Morada, ya que la bocatoma del Canal Tranca Morada y Sasso Bajo están en el área de Influencia de la Obra de embalse, ubicándose la primera de esta en el sector de muro y la segunda, aguas abajo del muro en la zona de expropiación. Situación similar acontece en el sitio San Miguel Alto, con las bocatomas de los canales Yerba Loca Alta y Cascada emplazadas en el área de influencia de la obra.

Debido a que los sub criterios de Importancia Ecológica no se aplican a este componente, la Sensibilidad Ambiental está dada por la Vulnerabilidad. El resultado del análisis de sensibilidad de este componente se muestra en el Cuadro 5.3.3.5-1.

CUADRO 5.3.3.5-1
SENSIBILIDAD AMBIENTAL COMPONENTE INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO

Alternativa	V	Justificación	S
TM	3	Se afecta la red vial e infraestructura de riego existente (2 bocatomas en TM y 2	3
SM_a	3	Bocatomas en Sm_a).	3
MEJ_COND	0	No se estima afectación a obras existentes.	0

V: Vulnerabilidad; S: Sensibilidad
TM: Tranca Morada; SM_a: San Miguel Alto

Fuente: Elaboración propia.

5.3.4. Otros Proyectos en la Zona y su Relación con el Proyecto

5.3.4.1. Antecedentes Generales

El objetivo para este componente es revisar y describir la infraestructura, equipamiento y otras obras relevantes, existentes o planificadas, que puedan interferir con las obras del Proyecto.

5.3.4.2. Área de Influencia

El área de influencia del componente corresponde a la zona donde se contempla realizar los trabajos relacionados con las obras de acumulación de agua superficial, y las obras y mejoras a la infraestructura para distribución de agua de riego , así como también todas aquellas áreas que de ser afectadas generen algún tipo de impacto dentro del Área de Influencia Total del Estudio. En este sentido se consideras el análisis de otros proyectos de interés dentro de la Cuenca del Limarí.

5.3.4.3. Metodología

Se efectuó una revisión exhaustiva de antecedentes relacionados con registros de proyectos de inversión asociados a infraestructura y equipamiento en el área de influencia, Además, se utilizó la información generada a partir de visitas a terreno en el marco de la presente consultoría. Los registros de proyectos de inversión fueron revisados tanto en la base de datos del SEIA, como en la del Banco Integrado de proyectos (BIP).

5.3.4.4. Resultados

A partir de la revisión de antecedentes en los registros de del SEIA y BIP, no se constató presencia de proyectos de inversión dentro del área de influencia.

Si bien no se reconocen proyectos de intervención que hayan ingresado al SEIA o bien con registro en el BIP para el área de influencia en este componente, se destaca, de acuerdo a lo señalado en el Plan de Gestión de Riego de la Cuenca del Limarí (CNR, 2016) que el principal proyecto que ha generado cierto grado de preocupación en el Área de Estudio y sus alrededores, se asocia a la actividad minera, en particular con el **yacimiento minero Los Pingos**, en la localidad de Tulahuén, Monte Patria[7]. Este yacimiento pertenece a la Compañía de Aceros del Pacífico (Chile) y Teck Resources Limited (Canadá). Es un proyecto que comenzó el año 2009, actualmente está en operación y se encuentra ubicado en la Quebrada El Toro, Cordillera de Los Andes, a 3.520 m.s.n.m. A 14 km del yacimiento, se ubica la planta de concentración por flotación, para extraer el mineral de las concentraciones de sulfuros de cobre de alta ley. El desecho de la mina se deposita en una depresión natural, próxima a la zona de explotación. Por su parte, el relave se deposita en dos tranques. Adicionalmente, se colocó una carpeta plástica impermeable para asegurar una condición de mínima o nula infiltración de agua hacia el subsuelo para evitar la contaminación del Río Grande, el principal curso superficial de agua en el sector. Este proyecto fue ingresado al SEIA, bajo la categoría de EIA.

En la Figura 5.3.4.4-1, se presenta la distribución de proyectos ingresados al SEIA dentro de la Cuenca del Limarí, pudiéndose apreciar la ausencia de estos en el Área de Estudio.

[7] Obtenido del Mapa de Justicia Ambiental (2015). Disponible en línea: http://ejatlas.org/. Mapa incluye antecedentes del Observatorio de Conflictos Mineros de América Latina (OCMAL) y del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA).

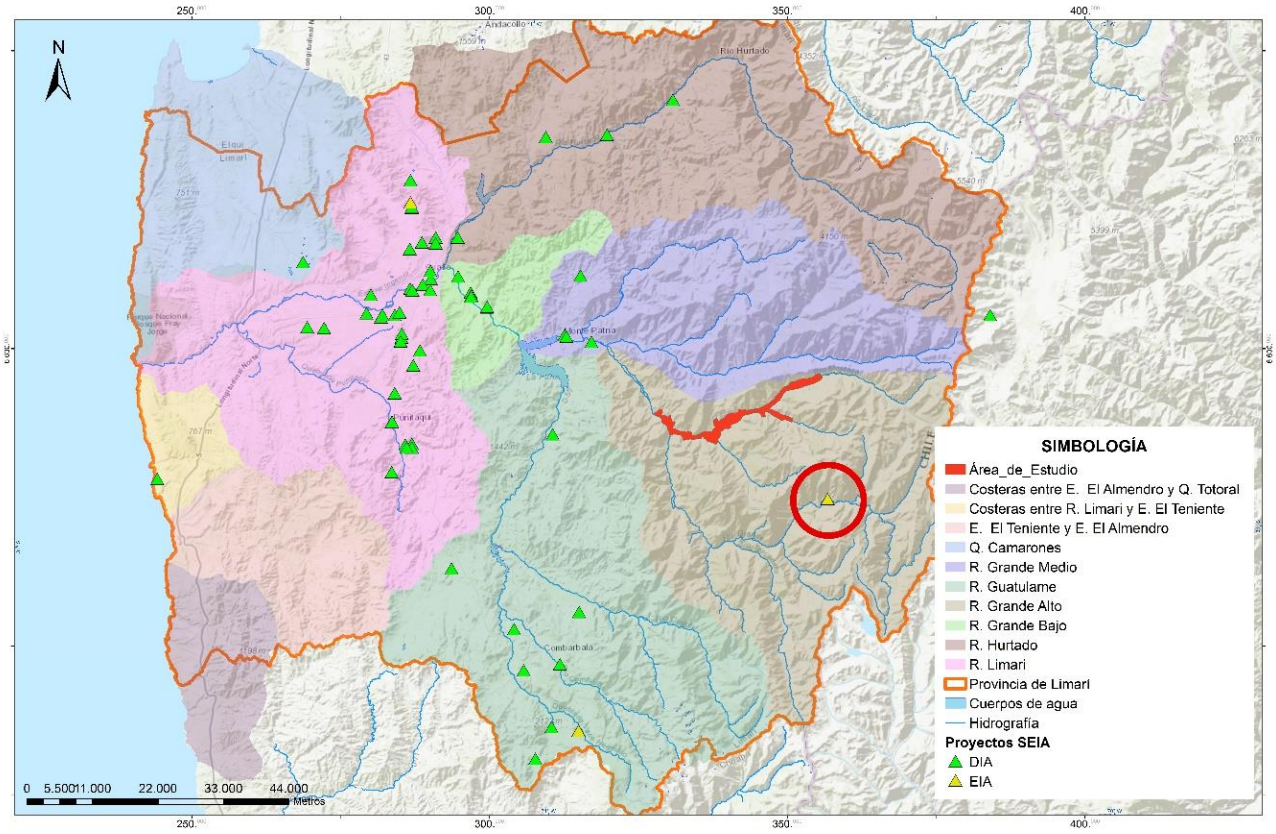


FIGURA 5.3.4.4-1
PROYECTOS INGRESADOS EN EL SEIA EN LA CUENCA DEL LIMARÍ
Fuente: Elaboración propia, a partir de antecedentes contenidos en Plan de Gestión de Riego en Cuenca del Limarí.(CNR, 2016).

5.3.4.5. Conclusión y Determinación de Sensibilidad Ambiental

No se constata a la fecha proyectos de inversión que interfieran en la construcción y puesta en marcha de los proyectos contemplados para el Área de Estudio. En este sentido la sensibilidad ambiental para este componente se considera con valor 1, en cualquier alternativa de proyecto en análisis.

5.3.5. Paisaje y Estética

5.3.5.1. Antecedentes Generales

El objetivo de este apartado es analizar las condiciones actuales de valoración paisajística del área de emplazamiento del Proyecto, mediante la identificación de unidades de paisaje que permitan representar los atributos naturales y heterogeneidad espacial. Con ello, se espera determinar la calidad visual y valor paisajístico de los emplazamientos de las alternativas en estudio.

5.3.5.2. Área de Influencia

Para el análisis de este componente y tomando como referencia la Guía del SEA (2013)[8], se determinó como área de influencia el espacio geográfico comprendido por la cuenca visual o entorno desde donde es posible visualizar las obras propuestas. La visibilidad de un paisaje depende fundamentalmente de sus condiciones topográficas y atmosféricas y de la distancia respecto del punto de observación.

Por otra parte, existe el concepto de intervisibilidad, que corresponde a la suma de las cuencas visuales de una malla de puntos de observación y muestra las zonas visualmente más expuestas de un territorio. En otros términos, se entiende como el grado de visibilidad recíproca entre una serie de puntos de observación y contempla el cálculo del total de las áreas visibles desde cada punto de observación.

En suma, la visibilidad e intervisibilidad de un paisaje se refiere al territorio contenido en una determinada cuenca visual, que puede apreciarse desde uno o más puntos de observación. Sobre la base de los conceptos de visibilidad e intervisibilidad, se determina el área de influencia específica del componente paisaje.

De acuerdo a lo anterior, el área de influencia del proyecto considera el entorno visible, al menos desde dos puntos de observación ubicados en zonas con fácil acceso, con alto potencial de visualización (aguas arriba y abajo del muro) de las dos propuestas de embalses superficiales a analizar, a la fecha: Tranca Morada y San Miguel Alto. La Figura 5.3.5.2-1 muestra de manera general los emplazamientos.

[8] SEA, 2013. Guía de Evaluación de Impacto Ambiental. Artículo 11 de la Ley Nº 19.300 Letra e) – Valor Paisajístico en el SEIA.



FIGURA 5.3.5.2-1
ÁREA DE INFLUENCIA PAISAJE

Fuente: Elaboración propia, en base a imagen Google Earth.

5.3.5.3. Metodología

Lo primero, es tener en consideración el marco conceptual para la evaluación del Paisaje, tomando las definiciones de la Ley Nº 19.300. Asimismo, se debe señalar que los métodos acá explicados tomaron como base la Guía del SEA (2013), adaptando el análisis a los alcances de la presente consultoría.

El **paisaje** se entiende como la expresión visual en el territorio del conjunto de relaciones derivadas de la interacción de determinados atributos naturales. De esta forma, el paisaje constituye una modalidad de lectura del territorio establecida a partir de los recursos perceptivos del ser humano sobre determinados atributos naturales.

Tradicionalmente el enfoque para el estudio y análisis del paisaje se ha establecido a través de la percepción visual, la cual es utilizada como mecanismo de aprehensión y síntesis de la información paisajística (Gibson, 1979; Kaplan et al., 1998).

Se entiende como zona con **valor paisajístico** aquella que, siendo perceptible visualmente, posee atributos naturales que le otorgan una calidad que la hace única y representativa. El valor paisajístico está en función de los atributos biofísicos, estéticos y estructurales. En esta valoración debe considerarse si uno, más de uno o el conjunto de sus atributos otorgan a la zona una calidad que la hace única y representativa. Para efectos de este estudio, el valor paisajístico solo está en función de la calidad visual.

La **calidad visual** se define como el grado de excelencia o mérito de un determinado paisaje en función de los atributos biofísicos, estéticos y estructurales, que contribuyen a determinar paisajes únicos y representativos.

Como primer paso, se determinaron **unidades de paisaje** en el área de influencia, entendidas como porciones de territorio con apariencia homogénea, la cual es resultante de la combinación de sus atributos visuales. La homogeneidad puede buscarse en la repetición de formas o en la combinación de algunos rasgos parecidos, no necesariamente idénticos. En este estudio se consideraron aspectos como el uso de suelo presente, la vegetación y otros elementos que permiten distinguir el territorio.

Como segundo paso, en base a percepción visual, se identifican y describen los principales **atributos del área de influencia**, basado en las unidades de paisaje previamente definidas. Los atributos a considerar comprenden:

- Atributos biofísicos: corresponden la expresión visual de componentes bióticos, tales como flora y fauna; y físicos, como relieve y agua. Esto se evalúa en gabinete mediante el análisis de imágenes satelitales, fotografías panorámicas, bibliografía y otras fuentes. Se complementa con consulta a expertos y campaña de terreno, principalmente para la toma de fotografías.

- Atributos estéticos: comprenden la expresión de los rasgos estéticos percibidos visualmente, en términos de forma, color y textura.

- Atributos estructurales: comprende la expresión de la diversidad y singularidad de atributos presentes (tanto biofísicos como estéticos) y a la condición natural o antrópica del paisaje.

El tercer paso, corresponde a determinar la **calidad visual del paisaje,** a partir de la valoración de los distintos atributos descritos en el paso anterior.

En la Figura 5.3.5.3-1 se presenta un resumen de la metodología para la evaluación del paisaje.

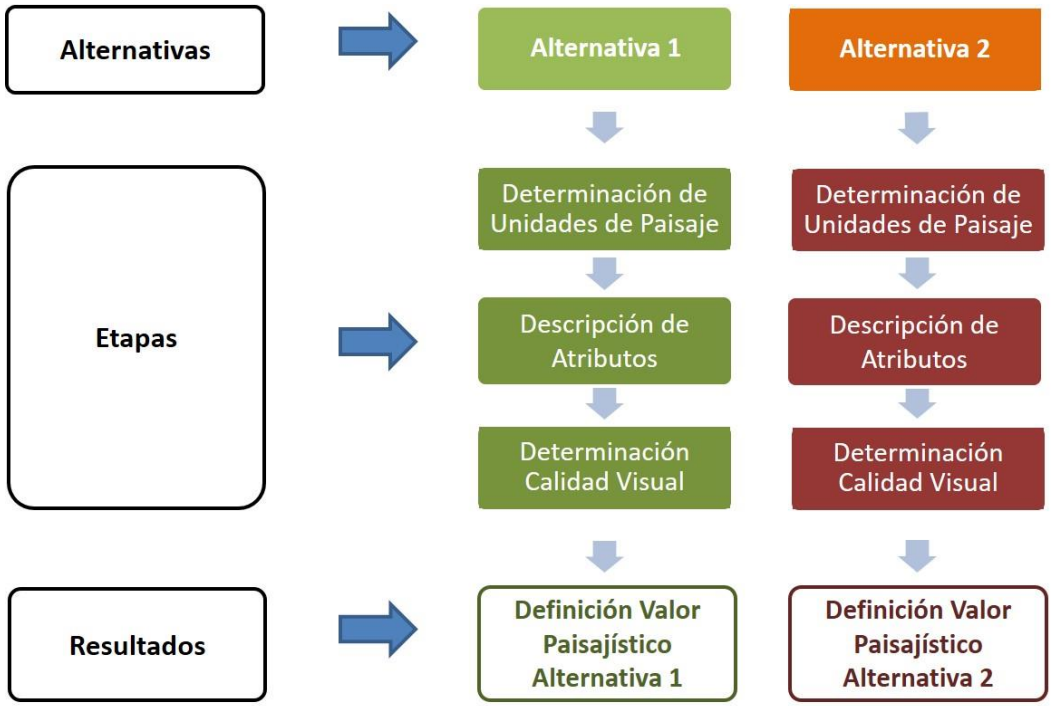


FIGURA 5.3.5.3-1
ESQUEMA METODOLOGÍA VALOR PAISAJÍSTICO
Fuente: Adaptado de SEA (2013).

5.3.5.4. Resultados

De acuerdo a la información cartográfica del SEA (2013) y a los niveles jerárquicos del paisaje que define, el Área de Estudio se encuentra dentro de la Macrozona Norte Chico, subzona Cordillera de la Costa y Cordillera de Los Andes (una pequeña fracción en esta última, la parte más alta del valle de Mostazal).

La Macrozona Norte Chico se extiende desde el Río Copiapó hasta el Río Aconcagua, abarcando las regiones de Atacama (sur), Coquimbo y Valparaíso (norte). En términos generales, el carácter del paisaje está determinado por la sucesión de contrastes entre los atributos físicos de los componentes geológicos, geomorfológicos e hidrológicos y los atributos bióticos presentes en torno a los fondos de los valles transversales. Las formas del paisaje son sinuosas, irregulares y cambiantes, por efecto del accidentado relieve que conforma una secuencia de valles y cordones de montaña, desde el sur del Río Copiapó hasta el Río Aconcagua. Si bien las condiciones climáticas son, en general, estables, con escasas precipitaciones, la variabilidad del relieve fomenta la existencia de diversos ecosistemas de flora y fauna. Conforman, por lo tanto, unidades de paisaje de alta calidad escénica. Las condiciones de estabilidad climática favorecen el desarrollo de actividades en terreno, en términos de visibilidad y desplazamientos. Las condiciones de visibilidad e intervisibilidad determinan en general un alto grado de exposición del territorio. Las cuencas visuales adquieren una forma alargada, con alta profundidad de campo. Respecto a la ocupación de la tierra, se caracteriza por una alta presencia antrópica en los valles, con dominancia de parches agrícolas, vitivinícolas y agroindustriales, junto a los centros poblados.

En relación al área de influencia del componente paisaje, todas las alternativas en análisis se localizan en la subzona Cordillera de la Costa, la que se encuentra fuertemente accidentada por las quebradas intermitentes y niveladas por la acción del mar e interrumpida por los valles transversales, intensamente cultivados.

A continuación, se presenta un resumen de las unidades de paisaje más relevantes que se lograron distinguir en cada una de las alternativas.

a) Tranca Morada

En este sector, el valle del río Mostazal desarrolla una relativamente angosta y profunda sección transversal, en la cual el río escurre a lo largo de un estrecho y semisinuoso cauce, bien establecido y enmarcado entre cordones marginales constituidos por acopios de bloques y bolones. En general, la topografía se caracteriza por una quebrada con pendientes pronunciadas hacia la parte alta del sitio, ampliándose hacia los sectores bajos, los cuales son aprovechados para uso de pastoreo y agricultura.

Existe un desarrollo local de densas coberturas de especies freatófitas sobre la actual llanura de inundación. Las especies vegetales que predominan a simple vista dentro de la caja del río son: maitenes, espino, chañar, algarrobo, sauces, y arrayanes en ciertos sectores, vegetación que se observa, en general, a lo largo de todo el valle alto. También se visualiza vegetación principalmente arbustiva en las riberas contiguas al río, con presencia de especies arbóreas de baja altura. De acuerdo a la Carta de Ocupación de Tierras (COT), se encuentras dos formaciones: matorral y matorral arborescente

No hay mayores interferencias ni obras visibles. Tampoco se visualizan zonas agrícolas en la eventual zona de inundación, solo se aprecia un camino de tierra al interior. El acceso es por camino de tierra, no se visualizan construcciones habitacionales ni postes de electrificación.

Las unidades de paisaje identificadas son:

- Fondo de Valle (con camino de tierra, vegetación principalmente arbustiva en ribera de río y cauce).
- Laderas con pendientes pronunciadas en partes altas.
- Vegetación en laderas (matorral).

b) San Miguel Alto

El valle del río San Miguel, en este sector, se caracteriza por un predomino de laderas empinadas. En la zona objeto de reconocimiento, la sección basal del valle del río San Miguel, incorpora una estrecha llanura de inundación con ancho muy variable, donde el actual cauce desarrolla una trayectoria sinuosa, entre incipientes, mal establecidos y conservados discontinuos remanentes de terrazas marginales bajas, juveniles, enmantadas por densas coberturas de vegetación freatófita. De acuerdo a la COT, se observan tres formaciones: cultivos (minoritario aguas abajo), matorral y matorral arborescente.

Las unidades de paisaje identificadas son:

- Laderas con pendientes pronunciadas.
- Fondo de Valle (camino de tierra, vegetación densa, cauce).
- Vegetación en laderas (matorral).

c) Mejoramiento de Canales

Para esta alternativa, se consideran las principales unidades de paisaje presentes a nivel de toda el Área de Estudio, ya que se consideran obras e intervenciones en varios sectores de riego.

De acuerdo a la COT, se observan cinco formaciones: cultivos, zonas desprovistas de vegetación, matorral, matorral abierto y matorral arborescente.

De esta forma, las unidades identificadas son:

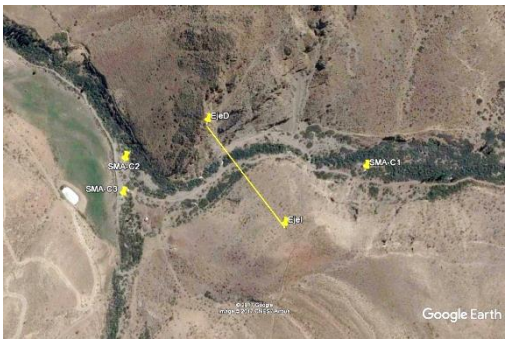
- Centros poblados.
- Fondo de Valle (camino, cauce, vegetación ribereña).
- Zonas agrícolas.
- Laderas.

En las Fotografías 5.3.5.4-1 se presenta un registro de las tres alternativas en estudio (con su nombre bajo cada una).





Sitio de embalse Tranca Morada





Sitio de embalse San Miguel Alto





Panóramicas generales del Valle de Mostazal Mejoramiento de Canales

FOTOGRAFÍA 5.3.5.4-1
ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO DEL RIEGO EN ESTUDIO

Fuente: Registro CNR y Equipo Consultor.

Habiendo ya identificado las unidades de paisaje en cada emplazamiento de alternativa, se efectuó una valoración de la calidad visual de cada una, en base a la percepción visual de los atributos

del paisaje. Para ello, se efectuaron encuestas a distintos miembros del equipo consultor con conocimiento de los emplazamientos y con apoyo de fotografías (Anexo 5-5). Cabe señalar que se solicitó otorgar puntaje de 1 a 5, donde 1 corresponde al valor más bajo y 5 al más alto. El Cuadro 5.3.5.4-1 resume los resultados obtenidos.

CUADRO 5.3.5.4-1
VALORACIÓN DE LA CALIDAD VISUAL

Atributos	Valoración		
	Tranca Morada	San Miguel Alto	Mejoramiento Canales
Biofísicos			
Vegetación	3.20	3.00	2.80
Relieve	4.60	4.20	3.00
Agua	3.80	3.40	3.00
Nieve	3.40	3.00	1.60
Estructurales			
Diversidad Paisajística	4.00	4.00	3.40
Naturalidad	4.40	4.40	2.20
Estéticos			
Forma	4.00	3.80	3.00
Color	3.80	3.80	3.40
Textura	4.00	3.80	3.00
TOTAL	**3.92**	**3.73**	**2.80**

Fuente: Elaboración propia, en base a SEA (2013).

Cabe recordar que, para efectos de este estudio, el valor paisajístico equivaldrá al de calidad visual, antes presentado.

5.3.5.5. Conclusión y Determinación de Sensibilidad Ambiental

La sensibilidad ambiental del componente Paisaje se estimó en base a distintos criterios, que consideran los atributos biofísicos, estéticos y estructurales de los distintos emplazamientos.

De acuerdo a las valoraciones realizadas, se obtuvo que el emplazamiento de Tranca Morada fue el que obtuvo, en promedio, los más altos puntajes, destacándose los atributos estructurales, en especial la naturalidad, y dentro de los biofísicos, el relieve. El emplazamiento de San Miguel Alto obtuvo una valoración media tendiendo a alta, donde también se destacan sus atributos estructurales. El Área de Estudio completa, donde se localizan las obras de Mejoramiento de Canales, obtuvo una valoración tendiente a media, siendo el atributo más destacado el de diversidad paisajística y el color, probablemente vinculada a la extensión del área.

El Cuadro 5.3.5.5-1 muestra los valores de sensibilidad del componente Paisaje, que se consideraron equivalentes al valor paisajístico de cada emplazamiento.

CUADRO 5.3.5.5-1
SENSIBILIDAD AMBIENTAL COMPONENTE PAISAJE

Sitios	V	Justificación	S
TM	3,9	Sitio con un alto valor paisajístico susceptible de ser afectado en cualquiera de sus atributos.	**3,9**
SM_a	3,7	Sitio con un valor paisajístico medio-alto, susceptible de ser afectado en gran parte de sus atributos.	**3,7**
MC	2,8	Área amplia que presenta un valor paisajístico tendiente a medio, donde algunos atributos podrían ser afectados.	**2,8**

Nota: V: Vulnerabilidad; S: Sensibilidad

TM: Tranca Morada; SM_a: San Miguel Alto; MEJ_COND: Mejoramiento de la Conducción.

Fuente: Elaboración propia.

6. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

6.1. Introducción

En este acápite se presentan y evalúan los impactos ambientales de las obras en análisis, tomando en consideración como factores determinantes, la sensibilidad ambiental de cada componente analizado en la Línea de base y la agresividad ambiental de las actividades de construcción y operación de las alternativas de mejoras en evaluación. El fundamento metodológico considerado, se detalla en Capítulo 4 del presente informe.

6.2. Agresividad de Actividades

La agresividad ambiental, entendida como el grado de amenaza potencial e intrínseca que implica la ejecución de una medida, independientemente del lugar donde se ejecute, queda determinada al conjunto de actividades asociadas. En este contexto, se presenta en el Cuadro 6.2-1 el conjunto de actividades principales que son comunes a cualquier embalse de riego, y que fueron agrupadas y sistematizadas por Barros (2008); en tanto, en el Cuadro 6.2-2 se presenta el conjunto de actividades vinculadas a las alternativas de mejoras propuestas a la red de conducción y distribución de agua para riego en el Área de Estudio.

A partir de cada una de las actividades expuestas, se calculó la Agresividad Ambiental de acuerdo a la metodología planteada en el Capítulo 4 del presente informe. En los Cuadros 6.2-3 y 6.2-4 se detalla el cálculo de la Agresividad Ambiental a partir de los criterios utilizados para las alternativas de Embalse en forma general, y para las proposiciones de mejoras a la red de conducción y distribución en su conjunto.

CUADRO 6.2-1
ACTIVIDADES CONSIDERADAS PARA LAS ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE OBRAS DE EMBALSE

Etapa	Actividades	Código
Construcción	Instalación de faenas	C-1
	Habilitación o construcción de caminos de acceso y/o desplazamiento de caminos ya existentes	C-2
	Movimiento de tierra, construcción de la presa	C-3
Construcción	Construcción de obras de seguridad y protección de la presa	C-4
	Operación y transporte de maquinarias, equipos, personal, materiales peligrosos, empréstitos, insumos, desechos no peligrosos, etc.	C-5
	Construcción de obras de desvío, desviación de cauces, construcción de túnel de desviación	C-6
	Expropiación de terrenos	C-7
	Operación de botaderos	C-8
	Perforaciones y Tronaduras	C-9
	Actividades de término de faenas	C-10
Operación	Llenado	O-1
	Operación	O-2

Fuente: Elaboración propia, a partir de Barros (2008).

CUADRO 6.2-2
ACTIVIDADES CONSIDERADAS PARA LAS ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN PARA MEJORAS A LA RED DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA PARA RIEGO

Etapa	Actividades	Código
Construcción	Habilitación o construcción de caminos de acceso y/o desplazamiento de caminos ya existentes.	C-1
	Instalación de faenas	C-2
	Operación y transporte de maquinarias, equipos, personal, materiales peligrosos, empréstitos, insumos, desechos no peligrosos, etc.	C-3
	Construcción de la obra de captación y obras anexas	C-4
	Mejoramiento y Construcción de obras de conducción y distribución	C-5
	Operación de botadero, retiro y disposición final de excedentes	C-6
	Actividades de término de faenas	C-7
Operación	Operación de obra de Captación, conducción y distribución (Canales)	O-1
	Llenado y Operación obra de acumulación menor (Tranque)	O-2
	Mantención y limpieza (canales, Bocatomas, Tranque)	O-3

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 6.2-3
AGRESIVIDAD AMBIENTAL DE ACTIVIDADES PARA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE OBRAS DE EMBALSE

Etapa	Código	Extensión (E)	Alteración (A)	Duración (D)	Reversibilidad (R)	Agresividad (A)
Construcción	C-1	1	1	3	1	1,5
	C-2	1	3	3	5	3
	C-3	3	5	3	5	4
	C-4	3	5	3	5	4
	C-5	5	3	3	1	3
	C-6	1	5	3	3	3
	C-7	1	1	5	5	3
	C-8	1	4	1	3	2,25
	C-9	1	5	1	5	3
	C-10	1	1	3	1	1,5
Operación	O-1	3	5	5	5	4,5
	O-2	5	1	5	1	3

Categoría:	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 6.2-4
AGRESIVIDAD AMBIENTAL DE ACTIVIDADES PARA MEJORAS A LA RED DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA PARA RIEGO

Etapa	Código	Extensión (E)	Alteración (A)	Duración (D)	Reversibilidad (R)	Agresividad (A)
Construcción	C-1	1	3	3	5	3
	C-2	1	1	3	1	1,5
	C-3	5	3	3	1	3
	C-4	3	5	1	5	3,5
	C-5	5	1	3	5	3,5
	C-6	1	4	1	3	2,25
	C-7	1	1	3	1	1,5
Operación	O-1	5	1	5	5	4
	O-2	1	1	5	3	2,5
	O-3	5	1	1	1	2

Categoría:	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo

Fuente: Elaboración propia.

Tal como se puede apreciar en el Cuadro 6.2-3, las actividades de mayor Agresividad Ambiental de la etapa de construcción para la alternativa de embalse, corresponden a C3 (movimiento de tierra y construcción de presa) y C4 (Construcción de obras de seguridad y protección de la presa), ambas con valoraciones altas respecto al nivel de alteración y reversibilidad de los efectos generados sobre el medio. En cuanto a la etapa de operación, se reconoce un mayor nivel de agresividad sobre el medio en la actividad O1 (Llenado de embalse), por sobre la actividad O2 (Operación), lo cual se justifica

por los altos niveles de agresividad en O1 respecto a la alteración en el medio y su reversibilidad de sus efectos.

Para la alternativa de mejoramiento de la red de conducción y distribución de agua para riego, las actividades de mayor agresividad en la etapa de construcción corresponden a C4 (Construcción de la obra de captación y obras anexas) y C5 (Mejoramiento y Construcción de obras de conducción y distribución), lo cual se justifica para el primero de estos por una alta valoración producto de los efectos asociados al nivel de alteración en el medio y respecto a la posibilidad de reversibilidad de los efectos; en tanto la actividad C5 mantiene un nivel de agresividad alto producto de la cobertura espacial de la actividad (extensión) y el nivel de reversibilidad asociado.

En términos comparativos entre ambas alternativas, construcción de embalse y mejoramiento de la red de conducción y distribución, es posible apreciar que la primera de estas mantiene un mayor nivel de agresividad, enfocándose los efectos de las actividades principalmente en una cobertura espacial menor, restringida en la mayoría de los casos al sitio destinado a la construcción de la obra física. Por otra parte, los niveles de agresividad para la segunda alternativa (mejoramiento de la red de conducción y distribución) se ven reducidos notoriamente dado que la alteración producto de las actividades se generan en un medio ya intervenido en gran parte del Área de Estudio, por la actual red de conducción de agua para riego.

6.3. Intensidad y Nivel de Impacto Potencial

Tal como se indica en la metodología expuesta en el Capítulo 4 del presente informe, las distintas actividades generan diversos impactos en los componentes ambientales analizados en la Línea de base, variando su intensidad en función de la Sensibilidad Ambiental y la Agresividad de cada Actividad. El Cuadro 6.3-1 muestra los impactos identificados en cada componente, mientras que el Cuadro 6.3-2, Cuadro 6.3-3 y Cuadro 6.3-4, muestran las intensidades de dichos impactos para cada una de las actividades asociadas a las alternativas estudiadas; así como también los niveles totales de impactos, entendiendo estos como la acumulación de presiones ejercidas por todas a las actividades sobre un mismo componente, lo que en términos numéricos se ve representado por la sumatoria de los valores de intensidades de impacto de las actividades asociadas a cada componente en análisis.

Finalmente, se presenta el Cuadro 6.3-5, el cual resume los niveles de Impactos Totales identificados por componente para cada alternativa.

CUADRO 6.3-1
IMPACTOS AMBIENTALES

Código	Impactos Ambientales	EMB (*)	MOCD (**)
Hi	Alteración del régimen hidrológico y sedimentológico del río	X	X
Hig	Alteración del régimen Hidrogeológico	X	X
Ca	Alteración de la calidad de las aguas	X	X
FVt	Alteración y/o destrucción de hábitat de especies de flora	X	X
	Pérdida de Vegetación	X	-
FAt	Alteración y/o destrucción de hábitat de especies de fauna	X	X
	Pérdida de ejemplares de fauna terrestre con problemas de conservación	X	-
FFa	Alteración y/o destrucción de hábitat de especies de flora y fauna acuática	X	X
	Pérdida de ejemplares de fauna acuática con problemas de conservación	X	-
BIO	Disminución de la Biodiversidad	X	X
AH	Alteración del sistema de vida, tradiciones y costumbres	X	-
PA	Pérdida de patrimonio arqueológico	X	X
I&E	Daños en infraestructura y equipamiento comunal	X	-
PJ	Alteración en el Paisaje	X	X

(*) EMB: Alternativa de Embalse.

(**) MOCD: Alternativa de Mejoramiento de Obras de Conducción y Distribución.

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 6.3-2
DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES ALTERNATIVA EMBALSE TRANCA MORADA

Etapa	Actividad	Agresividad/ Sensibilidad	Hi	Hig	Ca	FVt	FAt	FFa	BIO	AH	PA	I&E	PJ	Valor Promedio
			4,75	**4,50**	**4,50**	**4,50**	**4,75**	**4,25**	**4,25**	**3,00**	**4,00**	**3,00**	**3,90**	
Construcción	C-1	**1,5**				3,00	3,13		2,88				2,70	2,93
	C-2	**3**				3,75	3,88		3,63	3,00			3,45	3,54
	C-3	**4**			4,25	4,25	4,38	4,13	4,13		4,00	3,50	3,95	4,07
	C-4	**4**	4,38	4,25	4,25	4,25	4,38	4,13	4,13				3,95	4,21
	C-5	**3**					3,88		3,63					3,75
	C-6	**3**	3,88	3,75	3,75	3,75	3,88	3,63	3,63				3,45	3,71
	C-7	**3**								3,00				3,00
	C-8	**2,25**					3,50		3,25				3,08	3,28
	C-9	**3**			3,75	3,75	3,88	3,63	3,63					3,73
	C-10	**1,5**					3,13		2,88				2,70	2,90
Operación	O-1	**4,5**	4,63	4,50		4,50	4,63	4,38	4,38	3,75	4,25		4,20	4,36
	O-2	**3**	3,88	3,75		3,75	3,88	3,63	3,63	3,00	3,50		3,45	3,61
Intensidad de Impacto Promedio			4,19	4,06	4	3,88	3,86	3,92	3,61	3,188	3,92	3,5	3,44	3,78

Nivel de Impacto acumulado por Componente	16,75	16,25	16,00	31,00	42,50	23,50	39,75	12,75	11,75	3,50	30,93	-

Categoría: Muy Alto | Alto | Medio | Bajo | Muy Bajo

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 6.3-3
DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES ALTERNATIVA EMBALSE SAN MIGUEL

Etapa	Actividad	Agresividad	Hi	Hig	Ca	FVt	FAt	FFa	BIO	AH	PA	I&E	PJ	Valor Promedio
			4,75	4,5	4,5	4,75	4	4,5	4,25	2	3	3	3,7	
Construcción	C-1	1,5				3,13	2,75		2,88				2,60	2,84
	C-2	3				3,88	3,50		3,63	2,50			3,35	3,47
	C-3	4			4,25	4,38	4,00	4,25	4,13		3,50	3,50	3,85	3,98
	C-4	4	4,38	4,25	4,25	4,38	4,00	4,25	4,13				3,85	4,18
	C-5	3					3,50		3,63					3,56
	C-6	3	3,88	3,75	3,75	3,88	3,50	3,75	3,63				3,35	3,68
	C-7	3								2,50				3,00
	C-8	2,25					3,13		3,25				2,98	3,12
	C-9	3			3,75	3,88	3,50	3,75	3,63					3,70
	C-10	1,5					2,75		2,88				2,60	2,74
Operación	O-1	4,5	4,63	4,50		4,63	4,25	4,50	4,38	3,25	3,75		4,10	4,28
	O-2	3	3,88	3,75		3,88	3,50	3,75	3,63	2,50	3,00		3,35	3,53
Intensidad de Impacto Promedio			4,19	4,06	4	4	3,49	4,04	3,61	2,688	3,42	3,5	3,34	3,51
Nivel de Impacto acumulado por Componente			16,75	16,25	16,00	32,00	38,38	24,25	39,75	10,75	10,25	3,50	30,03	-

Categoría: Muy Alto | Alto | Medio | Bajo | Muy Bajo

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 6.3-4
DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES AL MEJORAMIENTO DE LA RED DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA PARA RIEGO

Etapa	Actividad	Agresividad	Hi	Hig	Ca	FVt	FAt	FFa	BIO	AH	PA	I&E	PJ	Valor Promedio
			2,75	3,5	2,75	3	2,25	1,75	3,5	0	1	0	2,8	
Construcción	C-1	3					2,63		3,25					2,94
	C-2	1,5				2,25	1,88		2,50					2,21
	C-3	3					2,63		3,25					2,94
	C-4	3,5			3,13	3,25	2,88	2,63	3,50		2,25			2,94
	C-5	3,5				3,25			3,50					3,38
	C-6	2,25						2,00						2,00
	C-7	1,5					1,88	1,63	2,50					2,00
Operación	O-1	4	3,38	3,75									3,40	3,51
	O-2	2,5				2,75			3,00		1,75		2,65	2,54
	O-3	2					2,13	1,88	2,75					2,25
Intensidad de Impacto Promedio			3,38	3,75	3,13	2,88	2,33	2,03	3,03	0	2	0	3,03	2,32
Nivel de Impacto acumulado por Componente			3,38	3,75	3,13	11,50	14,00	8,13	24,25	0,00	4,00	0,00	6,05	-

Categoría: Muy Alto | Alto | Medio | Bajo | Muy Bajo

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 6.3-5
RESUMEN INTENSIDAD Y NIVEL DE IMPACTOS POR ALTERNATIVAS EN COMPONENTES AMBIENTALES

Intensidad Impactos												
Alternativas	**Hi**	**Hig**	**Ca**	**FVt**	**FAt**	**FFa**	**BIO**	**AH**	**PA**	**I&E**	**PJ**	**Valor Promedio**
TM	4,19	4,06	4	3,88	3,86	3,92	3,61	3,188	3,92	3,5	3,44	3,78
SM_a	4,19	4,06	4	4	3,49	4,04	3,61	2,688	3,42	3,5	3,34	3,71
MOCD	3,38	3,75	3,13	2,88	2,33	2,03	3,03	0	2	0	3,03	2,32
Nivel de Impactos												
Alternativas	**Hi**	**Hig**	**Ca**	**FVt**	**FAt**	**FFa**	**BIO**	**AH**	**PA**	**I&E**	**PJ**	
TM	16,75	16,25	16,00	31,00	42,50	23,50	39,75	12,75	11,75	3,50	30,93	
SM_a	16,75	16,25	16,00	32,00	38,38	24,25	39,75	10,75	10,25	3,50	30,03	
MOCD	3,38	3,75	3,13	11,50	14,00	8,13	24,25	0,00	4,00	0,00	6,05	

Categoría:	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo	Muy Bajo

TM: Alternativa de Embalse Tranca Morada
SM_a: Alternativa de Embalse San Miguel Alto
MOCD: Alternativa de Mejoramiento de Obras de Conducción y Distribución.

Fuente: Elaboración propia.

De los resultados expuestos en el Cuadro 6.3-5, se desprende que, en promedio las **intensidades de impacto** mayor se presentan en el componente **hidrológico e hidrogeológico**, considerando que el tipo de obras analizadas alteran el régimen hídrico en el río, existiendo una relación directa entre el régimen hídrico superficial con el sistema hídrico subterráneo. Esta dependencia resulta evidente y de gran importancia en el Área de Estudio dado los diversos sitios identificados con afloramientos de agua subterránea que se integran al flujo superficial de agua en el río; así como también, por la identificación de diversos sitios donde el río mantiene filtraciones importantes que permiten la recarga del acuífero.

Por otra parte, al analizar los **niveles de impactos** sobre los componentes ambientales en las alternativas de embalse, se tiene que los mayores valores se presentan en los componentes: **Fauna Terrestre, Biodiversidad, Flora y Vegetación y Paisaje**; en tanto para la alternativa de mejoramiento de obras de Conducción y distribución, los mayores niveles de impacto se asocian a **biodiversidad, Fauna Terrestre y Flora y Vegetación.**

Que los mayores niveles de impacto se presenten en los componentes del medio biótico, resulta comprensible dado las características de naturalidad y función ecosistémica de los sitios que se analiza intervenir, lo cual se ve potenciado por la agresividad de los impactos y la cantidad de actividades que ejercen presión sobre los componentes en cuestión.

Cabe señalar que, los valores obtenidos, resultan concordantes en parte, con las impresiones y preocupaciones de los actores locales señaladas en el proceso de participación ciudadana, lo cual refuerza la necesidad de contar con un Plan de Manejo Ambiental que minimice los impactos y garantice compensaciones ambientales cuando estos resulten necesarios. Ver Plan de Manejo Ambiental en Capítulo 9 del presente Informe.

7. ÁREAS DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL Y ZONAS DE RESTRICCIÓN AMBIENTAL

El objetivo de este acápite es definir zonas donde se deba tener mayor resguardo debido a su condición ambiental (Zonas de restricción ambiental). Estas zonas fueron determinadas en función de la sensibilidad ambiental de los componentes considerados en este estudio y su relación con las obras, instalaciones y acciones asociadas a la ejecución del proyecto.

En este sentido, las Zonas de Restricción Ambiental quedan definidas por aquellas zonas que presentan altos valores de sensibilidades Ambiental asociados a los componentes analizados, cuyos atributos son de importancia para el ecosistema o entorno, y por tanto, resultan relevantes de considerar al momento de planificar el desarrollo de actividades, en especial aquellas que mantienen una agresividad ambiental elevada, prohibiendo o limitando el desarrollo de estas actividades en las zonas en cuestión.

En este contexto, las zonas de restricción ambiental se definieron en torno a:

Componente Flora y Vegetación: acotado a zonas representativas de sitios de muestreo en que se identificaron especies con problema de conservación y formaciones vegetales nativas que requieran planes de manejo.

Componente Flora y Fauna: Acotado a zonas representativas de sitios de muestreo en que se identificaron especies con problemas de conservación y que requieren medidas de mitigación ambiental.

Componente Asentamiento Humano: zonas de asentamiento humano aledaños a caminos en mal estado que se utilizarían como vía de tránsito para traslado de vehículos pesados a faenas. Se tendrá en consideración para medidas de mitigación ambiental.

Componente Patrimonio Arqueológico y Cultural: Sitios en que se han identificado indicios de asentamientos humanos y hallazgos arqueológicos y paleontológicos que requieren un estudio con mayor detalle. Estos sitios potencialmente deberían considerarse de importancia en el proceso de monitoreo arqueológico en la etapa de construcción.

Se presenta en Figura 7-1 la representación espacial de las zonas y sitios con restricción ambiental para el Área de Estudio, las cuales quedarán sujetas a las condicionantes establecidas en los Planes de Manejo Ambiental, Plan de Seguimiento y Plan de prevención y contingencia establecidos para el desarrollo del proyecto.

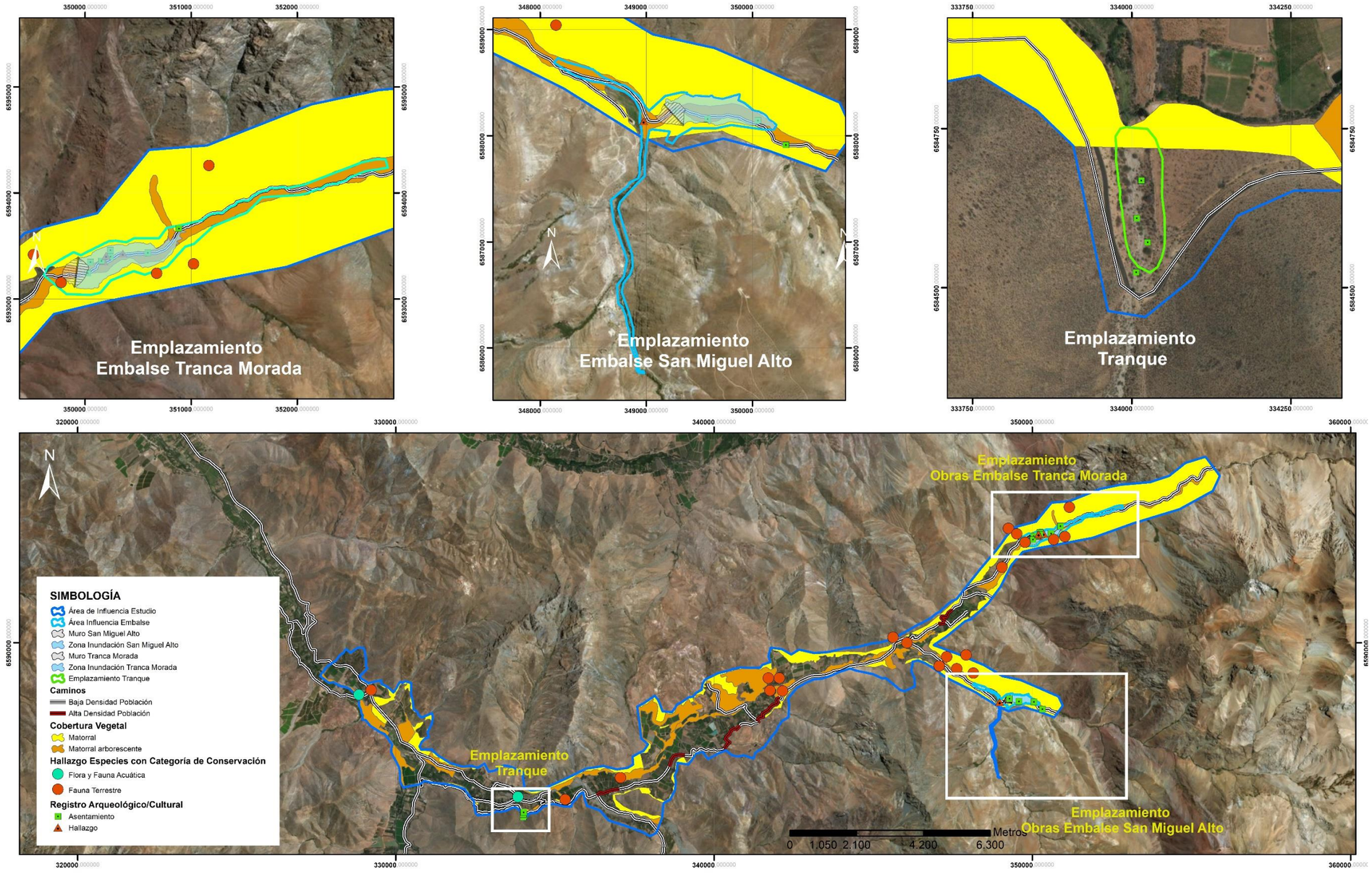


FIGURA 7-1
ZONAS DE RESTRICCIÓN AMBIENTAL
Fuente: Elaboración propia.

8. ANÁLISIS DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL Y PLAN DE CUMPLIMIENTO

8.1. Antecedentes Generales

El presente acápite tiene por objetivo presentar y analizar la normativa ambiental general y específica aplicable a las iniciativas de proyecto relativas al presente Estudio. Estas normas se asocian a las obras y acciones que se definen para el Proyecto en su conjunto, a partir de las cuales se espera conocer los aspectos específicos que la normativa determina para su desarrollo futuro.

La identificación de la normativa aplicable considera la identificación de los Permisos Ambientales Sectoriales asociados al Proyecto que deban obtenerse previamente a la ejecución de las obras y durante la operación, conforme a lo establecido en el Título VII del Reglamento del SEIA, en caso que el análisis de pertinencia indique que el proyecto debe someterse al SEIA a futuro.

Finalmente, se realiza un análisis de pertinencia de ingreso de las obras y/o soluciones al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

Cabe señalar que se presenta la normativa específica más relevante, posible de determinar al nivel de pre-factibilidad. Posibles modificaciones de las obras que determine el consultor junto al mandante, pueden entregar lineamientos para confirmar o modificar la pertinencia de la normativa aquí presentada.

8.2. Normativa Ambiental General

8.2.1. Constitución Política de la República de Chile

- Identificación de Cuerpo Legal: Constitución Política de la República de Chile. Decreto N° 100/05.

- Materia Regulada: Fija el texto refundido, coordinado y sistematizado de la Constitución Política de la República de Chile.

- Relación con el Proyecto: en el Artículo 19, Número 8, de la Constitución Política queda establecido el derecho de todas las personas a vivir en un medio ambiente libre de contaminación y se indica que es deber del Estado velar para que este derecho no sea afectado y tutelar la preservación de la naturaleza, protegiendo el medio ambiente. Tiene relación con el Proyecto en el sentido que éste debe ser concebido teniendo en consideración que es deber del Estado, promotor de estas obras, resguardar la preservación de la naturaleza y asegurar que se cumpla el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación.

- Etapa del Proyecto donde Aplica: Todas.

- Forma de Cumplimiento: El cumplimiento de la Constitución Política se realiza en tanto el Proyecto es concebido dentro de este marco normativo, no incluyendo la proposición de acciones que atente contra la preservación de la naturaleza y el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación.

- Organismo Fiscalizador: Los organismos del Estado con competencia ambiental (Municipal, Servicio de Salud, Corporación Nacional Forestal, Servicio Agrícola y Ganadero, Consejo de Monumentos Nacionales, Superintendencia de Medio Ambiente, etc.).

8.2.2. Ley de Bases Generales del Medio Ambiente

- Identificación de Cuerpo Legal: Ley 19.300. Ley de Bases del Medio Ambiente, modificada por Ley 20.417.

- Materia Regulada: Ley Marco que establece la Bases Generales del Medio Ambiente.

- Relación con el Proyecto: en virtud de profundizar lo estipulado en la Constitución, y de darle un marco jurídico apropiado, se promulgó en 1994 la Ley 19.300, que en su Artículo 1° establece que el derecho a vivir en un ambiente libre de contaminación, la protección de medio ambiente, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental; se regularán por las disposiciones de esta ley, sin perjuicio de lo que otras normas legales establezcan sobre la materia. En relación con el Proyecto que se analiza en esta Consultoría, cabe destacar que esta Ley establece el deber del Estado de resguardar la preservación de la naturaleza y asegurar el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación.

  La Ley N° 20.417, introduce importantes modificaciones a la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, entre otras cosas, creando el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) y la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA).

  Otros aspectos incorporados dicen relación con la forma en que el Proyecto o actividad se relaciona con las políticas, planes o programas de desarrollo regional.

  De esta manera, sin perjuicio de los permisos o pronunciamientos sectoriales, siempre se requerirá el informe del Gobierno Regional y del Municipio respectivo sobre la compatibilidad territorial del Proyecto cuando éste se encuentre en el área de influencia.

- Etapa del Proyecto donde Aplica: Todas.

- Forma de Cumplimiento: El cumplimiento de la Ley 19.300 y sus modificaciones, se realiza tanto en cuanto el Proyecto es concebido dentro de este marco normativo, no incluyendo la proposición de acciones que atente contra la preservación de la naturaleza y el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación. Por otro

lado, los proponentes no podrán, a sabiendas, fraccionar sus proyectos o actividades con el objeto de variar el instrumento de evaluación o de eludir el ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). Será competencia de la SMA determinar la infracción a esta obligación y requerir al proponente, previo informe del SEA, para ingresar adecuadamente al SEIA. No se aplicará lo señalado en el inciso anterior cuando el proponente acredite que el Proyecto o actividad corresponde a uno cuya ejecución se realizará por fases.

- Organismo Fiscalizador: Los organismos del Estado con competencia ambiental (Municipal, Servicio Salud, Corporación Nacional Forestal, Servicio Agrícola y Ganadero, Consejo de Monumentos Nacionales, SMA, etc.).

8.2.3. Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

- a) Identificación del Cuerpo Legal: D.S. N° 40/12. Nuevo Reglamento del SEIA Ministerio del Medio Ambiente.

- b) Materia Regulada: Establece el Nuevo Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), actualizando el reglamento establecido en el DS 95/01.

- c) Relación con el Proyecto: El Reglamento del SEIA en su artículo 3, indica qué proyectos o actividades son susceptibles de causar impacto ambiental, en cualquiera de sus fases y por lo tanto deberán someterse al SEIA. En particular, el artículo N°4, señala que el titular de un proyecto o actividad que se someta al SEIA, lo hará presentando una Declaración de Impacto Ambiental (DIA), salvo que dicho proyecto o actividad genere o presente alguno de los efectos, características o circunstancias contemplados en el artículo Nº11 de la Ley y en los artículos siguientes de este Título, en cuyo caso deberá presentar un Estudio de Impacto Ambiental (EIA).

- Etapa del Proyecto donde Aplica: Todas.

- Forma de Cumplimiento: Se efectúa análisis de pertinencia de ingreso al SEIA, que considera identificar la modalidad de ingreso (DIA o EIA). Ver detalle de análisis en acápite 8.5.

- Organismo Fiscalizador: Servicio de Evaluación Ambiental, del Ministerio de Medio Ambiente.

8.3. Normativa Ambiental Específica

8.3.1. Emisiones de ruido

- Identificación del Cuerpo Legal: D.S. N° 38/11 del Ministerio del Medio Ambiente, Norma de Emisión de Ruidos Generados por Fuentes que Indica.

- Materia Regulada: Normativa que establece los niveles máximos permisibles de presión sonora corregida y los criterios técnicos para evaluar y calificar la emisión de ruidos molestos generados por fuentes fijas hacia la comunidad. Su artículo 7°, fija los niveles máximos de presión sonora corregidos que se obtengan de la fuente fija emisora, medidos en el lugar donde se encuentre el receptor. Estos niveles se diferencian según la zona en que se encuentre el receptor y el horario en que se emiten los ruidos. En las zonas rurales, los niveles de presión sonora corregidos no pueden superar el ruido de fondo, en 10 dB (A) o más.

- Relación con el Proyecto: El proyecto puede generar ruido en los frentes de trabajo durante la etapa de construcción (maquinaria y equipos).

- Etapa del Proyecto donde Aplica: Construcción.

- Forma de Cumplimiento: Se asegura el cumplimiento de la normativa por medio de las medidas contempladas en el Plan de Manejo Ambiental (Medio Físico – Ruido y vibraciones).

- Organismo Fiscalizador: Superintendencia de Medio Ambiente.

8.3.2. Recursos Naturales

- Identificación del Cuerpo Legal: D.S. N° 53/03, Reglamento Ley de Caza; Ley N° 19.473/96, Ley de Caza; D.L. N° 3.557/80, establece disposiciones sobre protección agrícola; Ley N° 20.283/08, sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal; D.S. N°93/08, Reglamento General de la Ley N°20.283/08; todos del Ministerio de Agricultura. Ley N° 18.892/89 del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; Ley general de pesca y acuicultura.

- Materia Regulada: Normativa específica sobre recursos naturales suelo, flora y fauna.

- Relación con el Proyecto: El proyecto podría intervenir cursos de aguas, sus riberas y con ello, los suelos, flora y fauna presente; por ende, debe desarrollarse de acuerdo a las exigencias sobre intervención de los recursos naturales señalados.

- Etapa del Proyecto donde aplica: Construcción.

- Forma de Cumplimiento: El cumplimiento de la normativa se deberá realizar según lo dispuesto en cada cuerpo legal, solicitando los permisos ambientales sectoriales pertinentes, y considerando las medidas señaladas en el Plan de Manejo Ambiental.

- Organismo Fiscalizador: Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Corporación Nacional Forestal (CONAF) y Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA).

8.3.3. Residuos Líquidos y Sólidos

- Identificación del Cuerpo Legal: D.F.L. N° 725/68 del Ministerio de Salud, Código Sanitario. D.S. N° 594/99 del Ministerio de Salud, Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los lugares de trabajo.

- Materia Regulada: El D.F.L. N° 725/68 indica que la SEREMI de Salud correspondiente debe autorizar la instalación y vigilar el funcionamiento de todo lugar destinado a la acumulación, selección, industrialización, comercio o disposición final de basuras y desperdicios de cualquier clase, así como los medios de transporte de ellas. El art. 81 establece disposiciones relativas a los vehículos y sistemas de transporte de ciertos materiales que puedan causar peligro o molestia. El D.S. N° 594/99 señala que las empresas que realicen el tratamiento o la disposición final de residuos industriales fuera del propio predio, sea directamente o a través de la contratación de terceros, deberán contar con autorización previa por los servicios de salud correspondientes al inicio de las actividades.

- Relación con el Proyecto: El proyecto puede generar, en su fase de construcción, residuos líquidos (aguas servidas) y residuos sólidos no peligrosos, en los frentes de trabajo.

- Etapa del Proyecto donde Aplica: Construcción.

- Forma de Cumplimiento: en el caso de los residuos líquidos, el cumplimiento de la normativa se asegura mediante la instalación de baños químicos en los frentes de trabajo, manejados por una empresa debidamente autorizada. La mantención y limpieza de los baños debe ser efectuada por una empresa especializada, que posea autorización sanitaria para el transporte y disposición final de este tipo de efluentes líquidos, otorgado por la Autoridad Sanitaria. Los residuos sólidos domiciliarios serán almacenados en contenedores temporales en faena, retirados tres veces por semana, para ser enviados a un lugar autorizado (vertedero municipal). Durante la etapa de operación, no se generarán residuos sólidos ni líquidos, debido a que no habrá mano de obra asociada a esta etapa.

- Organismo Fiscalizador: SEREMI de Salud, Servicios de Salud y Servicio de Salud del Ambiente.

8.3.4. Combustibles

- Identificación del Cuerpo Legal: D.S. N° 160/09 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Reglamento de seguridad para las instalaciones y operaciones de producción, refinación, transporte, almacenamiento, distribución y abastecimiento de combustibles líquidos.

- Materia Regulada: Establece los requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir las instalaciones de combustibles líquidos derivados del petróleo y biocombustibles,

y las operaciones asociadas a la producción, refinación, transporte, almacenamiento, distribución y abastecimiento de combustibles líquidos que se realicen en las instalaciones.

- Relación con el Proyecto: Se prevé el uso de combustible para el funcionamiento de maquinaria durante la etapa de construcción.

- Etapa del Proyecto donde Aplica: Construcción.

- Forma de Cumplimiento: El proyecto cumplirá lo dispuesto en este cuerpo legal, tomando todas las precauciones para el almacenamiento y manipulación de combustibles (bodega de combustibles techada, con ventilación, piso impermeable compuesto por membrana de polietileno, con sistema de contención de fugas o derrames de combustible, control de acceso, señalética y extintores de polvo químico). El suministro de combustible estará a cargo de un distribuidor autorizado, quien lo transportará hasta la instalación de faenas del proyecto a través de camiones aljibes o cisternas, habilitados y autorizados para este propósito. El área de carguío de combustible será la zona debidamente habilitada para efectuar la operación de carga de combustible a la maquinaria de la obra. Todos los estanques de combustibles requeridos por el proyecto serán declarados a la Superintendencia de Electricidad y Combustible antes de su funcionamiento.

- Organismo Fiscalizador: Superintendencia de Electricidad y Combustibles.

8.3.5. Sustancias y Residuos Peligrosos

- Identificación del Cuerpo Legal: Decreto Supremo N°148, del 12 de Junio de 2003, "Reglamento Sanitario sobre manejo de Residuos Peligrosos", publicado en el Diario Oficial del 16 de junio de 2004 y que entró en vigencia el 16 de junio de 2005.

- Materia Regulada: establece las condiciones sanitarias y de seguridad mínimas a que deberá someterse la generación, tenencia, almacenamiento, transporte, tratamiento, reuso, reciclaje, disposición final y otras formas de eliminación de los residuos peligrosos.

- Relación con el Proyecto: El proyecto involucra obras de construcción y maquinaria de vehículos, por tanto, debe disponer de un lugar adecuado en la faena para almacenar temporalmente los desechos generados por el uso de combustible, aceites, grasas, paños y elementos sólidos en general.

- Etapa del Proyecto donde Aplica: Construcción.

- Forma de Cumplimiento: El proyecto considerará la identificación y etiquetación de los residuos peligrosos. De la misma manera, se tomarán todas las precauciones necesarias para prevenir su inflamación o reacción entre ellas. Se evitarán derrames, descargas o emanaciones de estas sustancias al medio ambiente.

Respecto a su almacenamiento, se dispondrá de contendedores de residuos peligrosos diseñados adecuadamente para este propósito. Los residuos serán transportados de acuerdo a lo dispuesto en el Reglamento de Transporte de Sustancias Peligrosas por Calles y Caminos, fijado en el Decreto Supremo Nº 298.

Respecto de la eliminación de éstos, se contará con la respectiva autorización otorgada por la Autoridad Sanitaria, en la que se especificará el tipo de residuos que podrá eliminar y la forma en que dicha eliminación será llevada a cabo

Como tenedores de residuos peligrosos se quedará sujeto a un Sistema de Declaración y Seguimiento de lo generado.

- Organismo Fiscalizador: corresponderá a la Autoridad Sanitaria fiscalizar y controlar el cumplimiento de las disposiciones del presente reglamento y del Código Sanitario en estas materias, todo ello de acuerdo con las normas e instrucciones generales que imparta el Ministerio de Salud.

8.3.6. Infraestructura y Equipamiento

- Identificación del Cuerpo Legal: D.F.L. N°850/97 del Ministerio de Obras Públicas, fija el texto Refundido, Coordinado y Sistematizado de la Ley N°15.840 y del D.F.L. N°206/60.

- Materia Regulada: Establece las exigencias dirigidas a la protección y regulación de los caminos públicos. Su objetivo es proteger el estado de las rutas y caminos de tuición del MOP, estableciendo los pesos límites para los vehículos que circulan por ellos. Además, establece la exigencia de contar con la autorización de acceso a los proyectos que sean colindantes con rutas o caminos de tuición MOP.

- Relación con el Proyecto: El proyecto podría utilizar caminos públicos para transportar vehículos y maquinaria durante la fase de construcción. Durante la fase de operación se contempla el uso de caminos para efectuar la mantención y conservación de las obras del proyecto.

- Etapa del Proyecto donde Aplica: Todas.

- Forma de Cumplimiento: El proyecto, en las rutas a utilizar, no se excederá los pesos máximos y dimensiones permitidos. Cabe señalar, además, que no se verterá ningún tipo de material en las rutas MOP; y en caso que sea necesario modificar o construir algún camino público, se solicitará permiso correspondiente a la Dirección de Vialidad.

- Organismo Fiscalizador: Carabineros de Chile e inspectores fiscales de la Dirección de Vialidad del MOP.

8.3.7. Minuta técnica sobre "Áreas colocadas bajo protección oficial" y "Áreas Protegidas"

- Identificación del Cuerpo Legal: ORD. D.E. N° 130844/13 Minuta Técnica sobre los conceptos de "Áreas colocadas bajo protección oficial" y "Áreas protegidas" en el marco del SEIA. Servicio de Evaluación Ambiental.

- Materia Regulada: Minuta que uniforma criterios y exigencias técnicas sobre áreas colocadas bajo protección oficial y áreas protegidas para efectos del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, e instruye sobre la materia. En particular, se refiere al artículo 10 letra p) y 11 letra d) de la Ley 19.300.

- Relación con el Proyecto: Aclaración de los conceptos "Áreas colocadas bajo protección oficial" y "Áreas protegidas", para el análisis de ingreso al SEIA y manera de ingresar del proyecto respectivamente. No obstante, la zona de estudio actual no se encuentra inserta en este tipo de áreas.

- Etapa del Proyecto donde Aplica: No aplica.

- Forma de Cumplimiento: Consideración de la aclaración referida "Áreas colocadas bajo protección oficial" y "Áreas protegidas", señalando si las alternativas que se manejan causarían impacto ambiental en las áreas bajo protección oficial aludidas, que conlleve ingresar al SEIA, así como la pertinencia de elaborar un EIA o una DIA por esta causa.

- Organismo Fiscalizador: Corresponde al SMA.

8.3.8. Patrimonio Arqueológico y Cultural

- Identificación del Cuerpo Legal: Ley N° 17.288/70 del Ministerio de Educación. Ley de Monumentos Nacionales. D.S. N° 484/90 del Ministerio de Educación, Reglamento de Monumentos Nacionales.

- Materia Regulada: la Ley N° 17.288, en su art. 9, señala que son Monumentos Históricos los lugares, ruinas, construcciones y objetos de propiedad fiscal, municipal o particular que por su calidad e interés histórico o artístico o por su antigüedad, sean declarados tales por Decreto Supremo, dictado a solicitud y previo acuerdo del Consejo. Por otra parte, el reglamento, en su art. 20, señala que se entenderá por operaciones de salvataje, a la recuperación urgente de datos o especies arqueológicas, antropológicas o paleontológicas amenazados de pérdida inminente. El art. 23° indica que las personas naturales o jurídicas, que al hacer prospecciones y/o excavaciones en cualquier punto del territorio nacional y con cualquiera finalidad encontraren ruinas, yacimientos, piezas u objetos de carácter arqueológico, antropológico o paleontológico, están obligadas a denunciar de inmediato el descubrimiento al Gobernador Provincial, quien ordenará a Carabineros que se haga responsable de su vigilancia hasta que el Consejo de Monumentos Nacionales se haga cargo de él.

- Relación con el Proyecto: en los emplazamientos de las alternativas de obras pueden existir elementos de valor arqueológico, por lo cual toda prospección y excavación a realizar debe considerar lo estipulado en la normativa a fin de proteger el patrimonio.

- Etapa del Proyecto donde Aplica: Construcción.

- Forma de Cumplimiento: El proyecto se desarrollará cumpliendo los procedimientos establecidos en los cuerpos normativos, y se implementarán las medidas indicadas en el Plan de Manejo Ambiental (Medio Social y Cultural – Patrimonio Arqueológico).

- Organismo Fiscalizador: Consejo de Monumentos Nacionales.

8.3.9. Código de Aguas

- Identificación del Cuerpo Legal: DFL Nº 1.122, Código de Aguas. Fecha de Publicación: 29 de Octubre de 1981, Ministerio: Obras Públicas.

- Materia Regulada: El Art. 41 dispone que "El proyecto, construcción y financiamiento de las modificaciones que fuere necesario realizar en cauces naturales o artificiales, con motivo de la construcción de obras públicas, urbanizaciones, edificaciones y otras obras en general, serán de responsabilidad y de cargo de quienes las ordenen. " Se entenderá por modificaciones no sólo el cambio de trazado de los cauces mismos, sino también la alteración o sustitución de cualquiera de sus obras de arte y la construcción de nuevas obras, como abovedamientos, pasos sobre o bajo nivel o cualesquiera otras de sustitución o complemento.

  El Art. 171. señala que "Las personas naturales o jurídicas que desearen efectuar las modificaciones a que se refiere el artículo 41 de este Código, presentarán los proyectos correspondientes a la Dirección General de Aguas, para su aprobación previa, aplicándose a la presentación el procedimiento previsto en el párrafo 1 de este Título.

  Cuando se trate de obras de regularización o defensa de cauces naturales, los proyectos respectivos deberán contar, además, con la aprobación del Departamento de Obras Fluviales del Ministerio de Obras Públicas. Quedan exceptuados de los trámites y requisitos establecidos en los incisos precedentes, los Servicios dependientes del Ministerio de Obras Públicas, los cuales deberán remitir los proyectos de las obras a la Dirección General de Aguas, para su conocimiento, informe e inclusión en el Catastro Público de Aguas.

  El Art. 294 señala que "Requerirán la aprobación del Director General de Aguas, de acuerdo al procedimiento indicado en el Título I del Libro Segundo, la construcción de las siguientes Obras:

- Los embalses de capacidad superior a cincuenta mil metros cúbicos o, cuyo muro tenga más de cinco metros de altura;
- Los acueductos que conduzcan más de dos metros cúbicos por segundo;
- Los acueductos que conduzcan más de medio metro cúbico por segundo, que se proyecten próximos a zonas urbanas y cuya distancia al extremo más cercano del límite urbano sea inferior a un kilómetro y la cota de fondo sea superior a diez metros sobre la cota de dicho límite, y
- Los sifones y canoas que crucen cauces naturales.

Quedan exceptuadas de cumplir los trámites y requisitos a que se refiere este artículo, los Servicios dependientes del Ministerio de Obras Públicas, los cuales deberán remitir los proyectos de obras a la Dirección General de Aguas, para su conocimiento, informe e inclusión en el Catastro Público de Aguas."

Respecto a la explotación de agua subterránea, el Art. 58 señala que cualquiera persona puede explorar con el objeto de alumbrar aguas subterráneas, sujetándose a las normas que establezca la Dirección General de Aguas.

- Relación con el Proyecto: El proyecto contempla la construcción de embalse de acumulación de agua superficial en curso de agua natural y la modificación del cauce del río Mostazal para efectos del mejoramiento del riego.
- Etapa del Proyecto donde Aplica: Construcción.
- Forma de Cumplimiento: las modificaciones al cauce propuestas y las obras de acumulación junto con las obras anexas pertinentes, serán presentadas a la DGA para su previa aprobación.
- Organismo Fiscalizador: Dirección General de Aguas.

8.3.10. Transporte de Materiales y Residuos

- Identificación del Cuerpo Legal: Decreto Supremo N° 75, de 1987 Establece Condiciones para el Transporte de Carga, Fecha de Publicación: 7 de julio de 1987, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.
- Materia Regulada: Los vehículos que transporten desperdicios, arena, ripio, tierra u otros materiales, ya sean sólidos, o líquidos, que puedan escurrirse y caer al suelo, estarán construidos de forma que ello no ocurra por causa alguna.

  En las zonas urbanas, el transporte de materiales que produzcan polvo, tales como escombros, cemento, yeso, etc. deberá efectuarse siempre cubriendo total y eficazmente los materiales con lonas o plásticos de dimensiones adecuadas, u otro sistema, que impida su dispersión al aire.

- Relación con el Proyecto: El proyecto contempla el transporte de residuos y materiales durante la fase de construcción. Durante la fase de operación, se pudiera contemplar el transporte de material como resultado de las mantenciones a las obras.

- Etapa del Proyecto donde aplica: Todas.

- Forma de Cumplimiento: Se explicitará en los contratos de construcción esta obligación para las empresas contratistas, tanto en los trabajos de la fase de construcción como en la fase de operación.

- Organismo Fiscalizador: Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

8.4. Permisos Ambientales Sectoriales

A continuación, se analiza la necesidad de solicitar Permisos Ambientales Sectoriales (PAS), previo al inicio de la construcción y la implementación de las acciones y medidas del Proyecto.

En el Cuadro 8.4-1, se presenta una síntesis de los Permisos y Pronunciamientos Ambientales Sectoriales establecidos en el Título VII del Reglamento del SEIA, indicando si son o no aplicables a las obras que contempla el proyecto, en observaciones se detallan brevemente las razones de ello y los requisitos particulares de cada permiso, y finalmente el Servicio Público que otorga el permiso. De manera preliminar, se ha identificado 12 permisos aplicables, los cuales serán confirmados durante el desarrollo del estudio.

Cabe señalar que estos permisos se tramitan dentro del SEIA sólo en el caso que el proyecto o alguna de sus partes ingresen al Sistema.

CUADRO 8.4-1
PERMISOS AMBIENTALES SECTORIALES Y SU APLICABILIDAD EN EL PROYECTO

Artículo Nº	Extracto de los Permisos	Aplica	Observaciones	Servicio Público que lo Otorga
111	**Vertimiento en agua desde naves.**	No	No se contemplan naves, aeronaves, artefactos navales, construcciones ni obras portuarias.	No aplica
112	**Recepción y mezcla oleosas en puertos.**	No	No se contemplan trabajos en puertos.	No aplica
113	**Descarga de aguas que contengan mezclas oleosas.**	No	No se contempla el tratamiento de mezclas oleosas.	No aplica
114	**Instalar y operar Terminal marítimo.**	No	No se contempla terminal marítimo.	No aplica
115	**Introducir o descargar en aguas materias, energía o sustancias nocivas.**	No	No se trabajará con materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas.	No aplica
116	**Actividades de acuicultura.**	No	No se realizarán actividades acuícolas.	No aplica
117	**Repoblación y siembra especies hidrobiológicas.**	No	No se repoblará ni sembrarán especies hidrobiológicas con fines de pesca recreativa.	No aplica
118	**Actividades de acuicultura en áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos.**	No	No se realizaran actividades acuícolas.	No aplica
119	**Pesca de investigación.**	Sí	Aplica para los efectos de los muestreos para elaboración de la Línea de Base. Sujeto a eventual presentación en EIA **en alternativas de embalse**. El requisito para su otorgamiento consiste en preservar los recursos hidrobiológicos con motivo de la realización de la pesca de investigación. Los contenidos técnicos y formales que deben presentarse son: a) Identificación de las especies hidrobiológicas que se pretende extraer como especies principales y secundarias. b) Indicación del área en la cual se pretende desarrollar las actividades de investigación. c) Especificación de los objetivos generales y específicos que el proyecto de pesca de investigación persigue. d) Identificación y características específicas del arte, aparejo o sistema de pesca a utilizar en la ejecución de la investigación. e) Especificación de la metodología a emplear, indicándose además su correspondiente soporte estadístico. f) Resultados esperados. g) Duración del estudio y cronograma de actividades.	Subsecretaría de Pesca
120	**Alteración de Santuarios de la Naturaleza.**	No	No se intervendrán Santuarios de la Naturaleza.	No aplica
121	**Ejecución labores mineras en Parques, Reservas Nacionales o Monumentos naturales.**	No	No se intervendrán Parques, Reservas Nacionales ni Monumentos Naturales, ni se realizarán labores mineras.	No aplica

CUADRO 8.4-1
PERMISOS AMBIENTALES SECTORIALES Y SU APLICABILIDAD EN EL PROYECTO (CONTINUACIÓN)

Artículo Nº	Extracto de los Permisos	Aplica	Observaciones	Servicio Público que lo Otorga
122	**Ejecución labores mineras en lugares declarados de interés histórico o científico.**	No	No se realizarán labores mineras.	No aplica
123	**Introducción de especies de fauna silvestre.**	No	No se introducirán especies.	No aplica
124	**Caza o captura de ejemplares de especies protegidas para controlar acción perjudicial al ecosistema.**	No	No existe un proyecto de caza o captura que tenga relación con especies que perjudiquen al ecosistema, y que se espere controlar.	No aplica
125	**Ejecución labores mineras en sitios donde se haya alumbrado aguas subterráneas.**	No	No se realizarán labores mineras.	No aplica
126	**Construcción planta tratamiento aguas servidas.**	No	No se contempla el tratamiento de aguas servidas.	No aplica
127	**Corta y destrucción del Alerce.**	No	No se contempla intervención de Alerces.	No aplica
128	**Corta o explotación de araucarias vivas.**	No	No se contempla intervención de Araucarias.	No aplica
129	**Corta o explotación de Queule.**	No	No se contempla intervención de Queule.	No aplica
130	**Explotación aguas subterráneas.**	No	Después de su evaluación, se descartó la posibilidad de aprovechamiento de agua subterránea para riego, mediante la implementación de una batería de pozos.	DGA
131	**Conservación, reparación, etc.; de Monumentos Históricos.**	No	No se contemplan trabajos de conservación, reparación o restauración de Monumentos Históricos.	No aplica
132	**Excavaciones arqueológicas, antropológicas y paleontológicas.**	Sí	Se contempla dentro de los estudios arqueológicos en el marco del EIA, para las **alternativas de embalse**	Consejo de Monumentos Nacionales
133	**Construcciones nuevas en zonas típicas o pintorescas.**	No	No se contempla realizar construcciones en zonas típicas o pintorescas	Consejo de Monumentos Nacionales
134	**Emplazamiento instalaciones nucleares y radiactivas.**	No	No se emplazarán instalaciones nucleares ni radiactivas.	No aplica
135	**Construcción y operación de depósitos de relaves.**	No	No se construirán ni operarán depósitos de relaves.	No aplica
136	**Establecer botadero de estériles o acumulación de mineral.**	No	No se establecerán botaderos de estériles, ya que si se requiere se utilizará un botadero ya oficializado. No se acumularán minerales.	No aplica
137	**Plan de cierre faena minera.**	No	El proyecto no involucra faenas mineras.	No aplica

CUADRO 8.4-1
PERMISOS AMBIENTALES SECTORIALES Y SU APLICABILIDAD EN EL PROYECTO (CONTINUACIÓN)

Artículo Nº	Extracto de los Permisos	Aplica	Observaciones	Servicio Público que lo Otorga
138	**Construcción, reparación, modificación y ampliación de obra pública destinada a la evacuación, tratamiento o disposición final de desagües, aguas servidas.**	No	El proyecto no contempla evacuación, tratamiento o disposición final de desagües ni aguas servidas.	No aplica
139	**Construcción, reparación, etc.; obra de evacuación, tratamiento o disposición final de residuos industriales o mineros.**	No	El proyecto no contempla evacuación, tratamiento o disposición final de residuos industriales ni mineros. Las obras se acotan a excavaciones, retiro de material del río y construcción de defensas fluviales.	No aplica
140	**Construcción planta tratamiento basura de cualquier clase o Instalación de Centro de acumulación, selección, industrialización, comercio o disposición final de basuras y desperdicios de cualquier clase.**	Sí	En el caso de las **alternativas de embalse**, se considera la instalación de un lugar para acumular basuras y desperdicios, provenientes de los frentes de trabajo. El permiso queda establecido en los art. 79 y 80 del DFL Nº 725, Código Sanitario. El requisito para su otorgamiento consiste en que las condiciones de saneamiento y seguridad eviten un riesgo a la salud de la población. Los contenidos técnicos y formales solicitados para acreditar su cumplimiento son: descripción y planos del sitio, descripción variables meteorológicas relevantes, estimación y caracterización cualitativa y cuantitativa de los residuos a tratar, y otras señaladas en el art. 140 del Decreto 40.	Servicio Nacional de Salud
141	**Construcción relleno sanitario.**	No	No se contempla construcción ni intervención de rellenos sanitarios.	No aplica
142	**Almacenamiento residuos peligrosos.**	Sí	Las **alternativas de embalse** involucran obras de construcción y maquinaria de vehículos, por tanto, debe disponer de un lugar adecuado en la faena para almacenar temporalmente los desechos generados por el uso de combustible, aceites, grasas, paños y elementos sólidos en general. El permiso para estos sitios queda establecido en el art. 29 del D.S. Nº 148. El requisito para su otorgamiento consiste en que el almacenamiento de residuos no afecte la calidad de las aguas, suelo y aire que pueda poner en riesgo la salud de la población. Los contenidos que deben presentarse para acreditar su cumplimiento son: descripción del sitio de almacenamiento; especificaciones técnicas de las características constructivas del sitio de almacenamiento y medidas de protección de condiciones ambientales; clase de residuos, cantidades, capacidad máxima y período de almacenamiento; medidas para minimizar cualquier mecanismo que pueda afectar la calidad del agua, aire, suelo que ponga en riesgo la salud de la población; capacidad de retención de escurrimientos o derrames del sitio de almacenamiento; plan de contingencias y emergencias.	SEREMI de Salud
143	**Transporte de instalaciones para operación del sistema de transporte de residuos peligrosos.**	No	No se contempla transporte ni instalaciones para el transporte de residuos peligrosos.	No aplica

CUADRO 8.4-1
PERMISOS AMBIENTALES SECTORIALES Y SU APLICABILIDAD EN EL PROYECTO (CONTINUACIÓN)

Artículo Nº	Extracto de los Permisos	Aplica	Observaciones	Servicio Público que lo Otorga
144	**Instalaciones de eliminación de residuos peligrosos.**	No	No se contempla instalaciones para la eliminación de residuos peligrosos, ya que los generados en este proyecto son temporales.	No aplica
145	**Reciclaje residuos peligrosos**	No	No se contemplan reciclaje de residuos peligrosos.	No aplica
146	**Caza o captura especies protegidas para fines de investigación, centros de reproducción o criaderos**	Sí	Aplica para los efectos de los muestreos para elaboración de la Línea de Base de las **alternativas de embalse**. Sujeto a eventual presentación en EIA. El requisito para su otorgamiento consiste en que el proyecto de caza o captura sea adecuado para la especie y necesario para los fines indicados. Los contenidos técnicos y formales que deben presentarse, de tratarse de caza o captura para fines de investigación, son: -Descripción del proyecto. -Especies, sexo y número de ejemplares estimados a cazar o capturar. -Estado de las poblaciones a intervenir. -Metodologías de caza, captura y manejo. -Lugar de captura y de destino de los animales. -Condiciones de transporte e instalaciones de cautiverio. -Cronograma de actividades a realizar y período por el que se solicita el permiso.	SAG
147	**Recolección de huevos y crías con fines científicos o de reproducción**	No	No se contempla recolección de huevos y crías con fines científicos o de reproducción.	No aplica
148	**Plan de manejo de corta y reforestación de bosque, para ejecutar obras civiles.**	Sí	El proyecto contempla la corta de bosque nativo en los **emplazamientos de embalses**. El requisito para su otorgamiento consiste en reforestar o regenerar una superficie de terreno igual, a lo menos, a la cortada o explotada, con especies del mismo tipo forestal. Los contenidos técnicos y formales que deben presentarse son los siguientes: a) Antecedentes del o los predios objeto de intervención. b) Descripción de las obras asociadas a la intervención. c) Descripción del área y especies a intervenir. d) Condiciones de la reforestación o regeneración. e) Medidas de protección. f) Cartografía georreferenciada.	Corporación Nacional Forestal
149	**Corta plantaciones forestales.**	No	El proyecto no contempla intervención de plantaciones forestales.	No aplica

CUADRO 8.4-1
PERMISOS AMBIENTALES SECTORIALES Y SU APLICABILIDAD EN EL PROYECTO (CONTINUACIÓN)

Artículo Nº	Extracto de los Permisos	Aplica	Observaciones	Servicio Público que lo Otorga
150	**Permiso para la intervención de especies vegetales nativas según el Art. 37 de la Ley.19.300.**	Sí	Se ha constatado la presencia de especies en categoría de conservación (art. 37 Ley 19.300) en los **emplazamientos de las obras de embalses**. Los requisitos para su otorgamiento consisten en que la intervención o alteración no amenace la continuidad de la especie a nivel de la cuenca o, excepcionalmente, fuera de ella, y que la intervención o alteración sea imprescindible. Los contenidos técnicos y formales que deben presentarse para acreditar su cumplimiento son los siguientes: a) Acreditación de las obras o actividades, para lo cual se deberá: a.1 Indicar que corresponde a fines de investigaciones científicas o sanitarios, o a.2 Indicar que corresponde a alguna de las actividades señaladas en el inciso cuarto del artículo 7º de la Ley Nº 20.283, acompañando la declaratoria de interés nacional señalada en el inciso final del artículo 19 de la Ley Nº 20.283. b) Justificación del carácter de imprescindible de la intervención o alteración. c) Indicación de las especies a ser afectadas, acompañando la información de su estado de conservación. d) Descripción de las áreas a intervenir incluyendo cartografía georreferenciada y número de individuos de cada especie a ser afectado. e) Informe de experto que señale las medidas para asegurar la continuidad de las especies con problemas de conservación afectadas. f) Antecedentes del o los predios objeto de intervención. g) Descripción de las obras asociadas a la intervención. h) Condiciones de la reforestación. i) Medidas de protección.	CONAF
151	**Corta, destrucción o descepado de formaciones xerofíticas.**	Sí	Se verificó la presencia de especies xerofíticas en todos los puntos de muestreo definidos, por lo que se recomienda la solicitud de este permiso **para todas las alternativas** en estudio. El requisito para su otorgamiento consiste en asegurar la diversidad biológica. Los contenidos técnicos y formales que deben presentarse para acreditar su cumplimiento son los siguientes: a) Antecedentes del o los predios objeto de intervención. b) Descripción de las obras asociadas a la intervención. c) Descripción del área y de la formación xerofítica a intervenir. d) Medidas de protección. e) Medidas adoptadas para asegurar la diversidad biológica. f) Cartografía georreferenciada.	CONAF

CUADRO 8.4-1
PERMISOS AMBIENTALES SECTORIALES Y SU APLICABILIDAD EN EL PROYECTO (CONTINUACIÓN)

Artículo Nº	Extracto de los Permisos	Aplica	Observaciones	Servicio Público que lo Otorga
152	**Manejo bosque nativo de preservación.**	No	El proyecto no contempla intervención de bosque nativo de preservación, pues no existe este tipo de formaciones en el área de las obras.	No aplica
153	**Corta árboles y/o arbustos aislados ubicados en áreas de protección.**	No	El proyecto no considera intervención de especies aisladas en áreas de protección.	No aplica
154	**Exploraciones en terrenos públicos o privados de zonas que alimenten vegas o bofedales.**	No	Ninguna de las actividades de las alternativas consideradas contempla exploraciones en zonas de vegas o bofedales.	No aplica
155	**Construcción de obras hidráulicas.**	Sí	Aplica para el caso de **todas las alternativas** en estudio. El permiso queda establecido en el artículo 294 del Código de Aguas (*). El requisito para su otorgamiento consiste en no producir contaminación de las aguas. Los contenidos técnicos y formales que deben presentarse para acreditar su cumplimiento son los siguientes: a) Descripción de la obra. b) Estudios generales de topografía, geología, hidrología, hidrogeología, hidráulica fluvial, hidrodinámica y balance de aguas. c) Análisis del comportamiento de la calidad de las aguas en la situación sin proyecto y con proyecto. d) Medidas que eviten la contaminación o alteración de la calidad de las aguas en las fases del proyecto. e) Planes de seguimiento y contingencias, incluyendo planes de control y monitoreo ambiental, aguas arriba y aguas abajo de la obra. f) Planes de prevención. g) Planes de acción.	DGA
156	**Modificaciones de cauce (no obras de regularización ni defensas fluviales).**	Sí	El proyecto contempla modificación de cauce (río Mostazal) con ocasión del **Mejoramiento de Canales.** El permiso para efectuar modificaciones de cauce, queda establecido en el artículo 41 e inciso 1º del artículo 171 del Código de Aguas. El requisito para su otorgamiento consiste en no afectar la vida o salud de los habitantes, mediante la no contaminación de las aguas. Los contenidos técnicos y formales que deben presentase para acreditar su cumplimiento son los siguientes: a) Descripción del lugar de emplazamiento de la obra, b) Descripción de la obra y sus fases, c) Estimación de los plazos y periodos de construcción de las obras, d) Medidas tendientes a minimizar los efectos sobre la calidad de las aguas, aguas abajo del lugar de construcción de las obras, e) Plan de seguimiento de la calidad de las aguas durante la fase de construcción.	DGA

CUADRO 8.4-1
PERMISOS AMBIENTALES SECTORIALES Y SU APLICABILIDAD EN EL PROYECTO (CONTINUACIÓN)

Artículo Nº	Extracto de los Permisos	Aplica	Observaciones	Servicio Público que lo Otorga
157	**Obras de regularización o defensa de cauces naturales.**	Sí	Aplica en el caso de la etapa de **construcción de la alternativa de embalse**, específicamente, debido a las posibles obras de Regularización de Cauce, cuya definición es la siguiente "obras destinadas a dirigir u ordenar la corriente en un cauce o devolverlo a éste, por la alteración de su sección, pendiente, trazado, materialidad del lecho y/o riberas.", lo cual se estima necesario para la etapa señalada. El requisito para su otorgamiento consiste en no afectar la vida o salud de los habitantes, mediante la no alteración significativa del escurrimiento y de los procesos erosivos naturales del cauce y la no contaminación de las aguas. Los contenidos técnicos y formales que deben presentarse son: a) Descripción del lugar de emplazamiento de la obra, incluyendo un croquis de ubicación general de ésta. b) Descripción de la obra y de sus fases. c) Estimación de los plazos y periodos de construcción de las obras. d) Plano topográfico de planta y perfiles, georreferenciado, de la obra y del área susceptible de ser afectada. e) Memoria del cálculo del estudio hidrológico, hidráulico, de arrastre de sedimentos y de socavaciones, para la situación con y sin proyecto, según corresponda. f) Plan de Monitoreo. g) Medidas tendientes a minimizar los efectos sobre la calidad de las aguas, aguas abajo del lugar de construcción de las obras. h) Plan de contingencias. i) Plan de emergencia, si aplica.	DGA
158	**Obras de recarga artificial de acuíferos.**	No	El proyecto no contempla obras de recarga artificial de acuíferos.	No aplica

CUADRO 8.4-1
PERMISOS AMBIENTALES SECTORIALES Y SU APLICABILIDAD EN EL PROYECTO (CONTINUACIÓN)

Artículo Nº	Extracto de los Permisos	Aplica	Observaciones	Servicio Público que lo Otorga
159	**Extracción de ripio y arena en cauces de ríos y esteros.**	Sí	Se considera extracción de áridos para la construcción de las obras. Aplica para la **construcción de embalses y para el Mejoramiento de Canales.** El permiso para extracción de ripio y arena en los cauces de los ríos y esteros, será el establecido en el artículo 11 de la Ley Nº 11.402, sobre obras de defensa y regularización de las riberas y cauces de los ríos, lagunas y esteros. El Artículo 11° señala expresamente que "La extracción de ripio y arena en los cauces de los ríos y esteros deberá efectuarse permiso de las Municipalidades, previo informe favorable de la Dirección General de Obras Públicas del Ministerio de Obras Públicas…"	DGOP y Municipio.
160	**Subdividir y urbanizar terrenos rurales.**	No	El proyecto no contempla subdividir y urbanizar terrenos rurales.	No aplica

(*): Los permisos referidos a los artículos 155 y 157, no resultarán necesarios en el caso que la etapa de construcción de las obras en cuestión, las lleve a cabo algún servicio dependiente del Ministerio de Obras Públicas, según lo señalado en el art. 294 del Código de Aguas, los cuales deberán remitir los proyectos de obras a la Dirección General de Aguas para su conocimiento, informe e inclusión en el Catastro Público de Aguas.

Fuente: Elaboración propia, en base a Reglamento del SEIA.

8.5. Análisis de Pertinencia de Ingreso al SEIA

8.5.1. Análisis de Legislación pertinente

8.5.1.1. Generalidades

En esta sección se presenta el análisis de modalidad de ingreso del Proyecto, de acuerdo con la Ley N° 19.300/94, sobre Bases Generales del Medio Ambiente, y la Ley N° 20.417, que la complementa y modifica; el Decreto N° 40/12 del Ministerio del Medio Ambiente, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

8.5.1.2. Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente

El artículo 10 en sus letras a) a r), establece los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualesquiera de sus fases, y que, por lo tanto, están obligados a someterse al SEIA para su evaluación ambiental. De ello, interesa analizar la letra a), que indica;

"a) Acueductos, embalses o tranques y sifones que deban someterse a la autorización establecida en el artículo 294 del Código de Aguas, presas, drenaje, desecación, dragado, defensa o alteración, significativos, de cuerpos o cursos naturales de aguas."

Por su parte, el **artículo 294 del Código de Aguas** señala que requerirán la aprobación del Director General de Aguas, de acuerdo al procedimiento indicado en el Título I del Libro Segundo, la construcción de las siguientes Obras:

- Los embalses de capacidad superior a cincuenta mil metros cúbicos o cuyo muro tengan más de cinco metros de altura;
- Los acueductos que conduzcan más de dos metros cúbicos por segundo;
- Los acueductos que conduzcan más de medio metro cúbico por segundo, que se proyecten próximos a zonas urbanas, y cuya distancia al extremo más cercano del límite urbano sea inferior a un kilómetro y la cota de fondo sea superior a diez metros sobre la cota de dicho límite, y
- Los sifones y canoas que crucen cauces naturales.

Quedan exceptuadas de cumplir los trámites y requisitos a que se refiere este artículo, los Servicios dependientes del Ministerio de Obras Públicas, los cuales deberán remitir los proyectos de obras a la Dirección General de Aguas, para su conocimiento, informe e inclusión en el Catastro Público de Aguas.

En conclusión, en términos de obras, el proyecto ingresaría al SEIA por considerar las obras indicadas en la letra a) del Art. 10 de la Ley 19.300, específicamente, las señaladas en las siguientes letras del Código de Aguas:

- ***a)*** *Los embalses de capacidad superior a cincuenta mil metros cúbicos o cuyo muro tengan más de cinco metros de altura; ya que ambas alternativas de embalse propuestas superan los cincuenta metros de altura de muro y 1,6 millones de metros cúbicos de volumen a embalsar.*

- ***d)*** *Los sifones y canoas que crucen cauces naturales, ya que se considera un sifón en el canal Tulahuencito que cruzaría el río del mismo nombre.*

Cabe señalar que las mejoras consideradas para los canales de regadío contemplan utilizar los mismos canales ya existentes.

Ahora bien, como la construcción del embalse correspondería a un proyecto de la Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas, de acuerdo a la Ley 1.123, que reglamenta la ejecución de obras de riego por el estado, el proyecto quedaría exceptuado de cumplir los requisitos referidos en el artículo 294 del Código de Aguas.

El Artículo N° 11 de la Ley N° 19.300/94, en sus letras a) a f), establece los proyectos o actividades que requerirán la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA), o en su defecto una Declaración de Impacto Ambiental (DIA), en base a si generan o presentan algunos efectos, características o circunstancias siguientes:

- Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones o residuos;

- Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire;

- Reasentamiento de comunidades humanas, o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos;

- Localización en o próxima a poblaciones, recursos y áreas protegidas, sitios prioritarios para la conservación, humedales protegidos y glaciares, susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar.

- Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona, y

- Alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.

Los detalles y requisitos específicos de lo mencionado anteriormente se establecen en el Reglamento del SEIA, presentados en el Acápite 8.5.1.2.

8.5.1.3. Decreto Supremo Nº 40 de 2013 (Reglamento del SEIA)

El Art. 3 del Reglamento del SEIA indica los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualquiera de sus fases, y que deben someterse al SEIA. De ello, se mencionan a continuación aquellos relacionados con la presente consultoría, correspondientes a la letra a).

> ***a)*** *Acueductos, embalses o tranques y sifones que deban someterse a la autorización establecida en el artículo 294 del Código de Aguas. Presas, drenajes, desecación, dragado, defensa o alteración, significativos, de cuerpos o cursos naturales de aguas, incluyendo a los glaciares que se encuentren incorporados como tales en un Inventario Público a cargo de la Dirección General de Aguas. Se entenderá que estos proyectos o actividades son significativos cuando se trate de:*
>
> > ***a.1.*** *Presas cuyo muro tenga una altura superior a cinco metros (5 m) medidos desde el coronamiento hasta el nivel del terreno natural, en el plano vertical que pasa por el eje de éste y que soportará el embalse de las aguas, o que generen un embalse con una capacidad superior a cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m^3).*
> >
> > ***a.2.*** *Dragado de fango, grava, arenas u otros materiales de cuerpos de aguas continentales, en una cantidad igual o superior a veinte mil metros cúbicos (20.000 m^3) de material total a extraer y/o a remover, tratándose de las Regiones de Arica y Parinacota a la Región de Atacama, o en una cantidad de cincuenta mil metros cúbicos(50.000 m^3) de material total a extraer y/o a remover, tratándose de las Regiones de Coquimbo a la Región de Magallanes y Antártica Chilena, incluida la Región Metropolitana de Santiago. Dragado de fango, grava, arenas u otros materiales de cursos o cuerpos de aguas marítimas, en una cantidad igual o superior a cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m^3) de material total a extraer y/o a remover. Se entenderá por dragado la extracción y/o movimiento de material del lecho de cuerpos y cursos de aguas continentales o marítimas, por medio de cualquier tipo de maquinaria con el objeto de ahondar y/o limpiar.*

Entonces, de acuerdo al Art. 3 del Reglamento del SEIA, el proyecto ingresaría al SEIA por aplicar las obras y acciones señaladas en las letras a.1 y a.2 (Considera obras de embalses y sifón; y actividad de dragado de materiales en cuerpos de agua continentales).

El Art. 4 del Reglamento del SEIA, señala que el titular de un proyecto o actividad que se someta al SEIA, lo hará presentando una Declaración de Impacto Ambiental (DIA), salvo que dicho proyecto o actividad genere o presente alguno de los efectos, características o circunstancias contemplados en el artículo 11 de la Ley y en los artículos siguientes de este Título, en cuyo caso deberá presentar un Estudio de Impacto Ambiental (EIA).

En el Cuadro 8.5.1.2-1 se resume el análisis de la modalidad de ingreso del proyecto al SEIA, sobre la base de lo contemplado en los artículos 5 al 10 del Reglamento D.S. Nº 40 de 2013.

CUADRO 8.5.1.2-1
ANÁLISIS DE LA MODALIDAD DE INGRESO DEL PROYECTO AL SEIA

Nº Artículo Reglamento D.S. Nº 40	Descripción	Situación Alternativas Embalse	Situación Alternativas Mejoramiento Conducción
5	Riesgo para la salud de la población debido a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones o residuos.	No aplica. El proyecto no contempla dentro de sus actividades relacionadas con efluentes, emisiones o residuos, que pudieran presentar algún riesgo para la salud de la población.	No aplica. El proyecto no contempla dentro de sus actividades relacionadas con efluentes, emisiones o residuos, que pudieran presentar algún riesgo para la salud de la población.
6	Efecto adverso significativo sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos suelo, agua y aire. Deberá ponerse especial énfasis en aquellos recursos propios del país que sean escasos, únicos o representativos.	Aplica. Se generaría un efecto adverso significativo debido a que los emplazamientos de las obras afectarían las condiciones del medio que hacen posible la presencia y desarrollo de ciertas especies en categorías de conservación y, sobre todo, alteraría el ecosistema acuático. Aplica la letra g), relacionada al impacto generado por el volumen o caudal de recursos hídricos a intervenir o explotar, así como el generado por el transvase de una cuenca o subcuenca hidrográfica a otra, incluyendo el generado por ascenso o descenso de los niveles de aguas subterráneas y superficiales. Específicamente, la letra g.2) que señala el impacto debido a la fluctuación del nivel de agua de un cauce o cuerpo de agua. Lo anterior aplica en el caso de las alternativas de embalse propuestas, que afectarán los niveles de agua del río Mostazal.	No aplica. El proyecto no afectaría de manera significativa la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables. Cabe señalar que el área que involucra a esta alternativa ya se encuentra altamente intervenida con cultivos.
7	Reasentamiento de comunidades humanas, o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos.	Aplica. Se considera que el proyecto podría tener alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos debido a que podría existir: Intervención, uso o restricción al acceso de los recursos naturales usados como sustento económico o con algún uso medicinal, espiritual o cultural. Esto debido a la obstrucción del paso que utilizan los crianceros en el sector de Tranca Morada.	No aplica. El proyecto no genera reasentamiento de comunidades humanas o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos.

CUADRO 8.5.1.2-1
ANÁLISIS DE LA MODALIDAD DE INGRESO DEL PROYECTO AL SEIA

Nº Artículo Reglamento D.S. Nº 40	Descripción	Situación Alternativas Embalse	Situación Alternativas Mejoramiento Conducción
8	Localización y valor ambiental del territorio.	No aplica. El proyecto no se localiza en o próximo a poblaciones, recursos y áreas protegidas, sitios prioritarios para la conservación, humedales protegidos y glaciares, susceptibles de ser afectados, así como en territorios con valor ambiental.	No aplica. El proyecto no se localiza en o próximo a poblaciones, recursos y áreas protegidas, sitios prioritarios para la conservación, humedales protegidos y glaciares, susceptibles de ser afectados, así como en territorios con valor ambiental.
9	Valor paisajístico o turístico. Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona. Se entenderá que una zona tiene valor paisajístico cuando, siendo perceptible visualmente, posee atributos naturales que le otorgan una calidad que la hace única y representativa.	Aplica. Se considera que las zonas de intervención de las obras poseen valor paisajístico o turístico, debido a sus atributos naturales que le otorgan una calidad que la hace única y representativa, que son perceptibles visualmente. Asimismo, la duración o magnitud en que se obstruye la visibilidad del paisaje es alto, así como también la alteración de los atributos es alta. Se entiende que los emplazamientos poseen valor turístico debido al alto potencial que han señalados documentos de planificación a nivel comunal (PLADECO), con lo cual se espera atraer flujos de visitantes o turistas.	No aplica. El proyecto no altera significativamente el paisaje de la zona.
10	Alteración del patrimonio cultural. Alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.	No aplica. Se requiere inspección subsuperficial. Con los antecedentes a la fecha, el proyecto no genera alteración del patrimonio cultural, ya que no se intervienen Monumentos Nacionales, ni construcciones, lugares o sitios pertenecientes al patrimonio cultural o donde se lleven a cabo manifestaciones propias de la cultura o folclore, ni pertenecientes a pueblos indígenas. No obstante, se requiere ampliar línea de base para verificar efectos sobre este componente.	No aplica. El proyecto no genera alteración del patrimonio cultural, ya que no se intervienen Monumentos Nacionales, ni construcciones, lugares o sitios pertenecientes al patrimonio cultural o donde se lleven a cabo manifestaciones propias de la cultura o folclore, ni pertenecientes a pueblos indígenas.

Fuente: Elaboración propia.

8.5.2. Conclusión

De acuerdo al análisis de pertinencia de ingreso al SEIA efectuado, se concluye:

- Las obras del proyecto correspondientes a las alternativas de embalse, ingresarían al SEIA, por aplicar las obras señalas en la letra a) del Art. 10 de la Ley 19.300; así como las indicadas en las letras a.1. del Art. 3 del Reglamento del SEIA.

- Las obras del proyecto correspondientes al Mejoramiento de Canales, específicamente el sifón contemplado en el canal Tulahuencito, ingresaría al SEIA al aplicar la letra a) del Art. 10 de la Ley 19.300 y la letra a) del Reglamento del SEIA.

La modalidad de ingreso de las obras propuestas arroja las siguientes conclusiones:

- Las obras del proyecto correspondientes a las alternativas de embalse, ingresarían al SEIA mediante un EIA, debido a lo indicado en el Art. 6 del Reglamento del SEIA, sobre los efectos adversos significativos sobre los recursos naturales, al Art. 7 sobre alteración significativa en los sistemas de vidas de los grupos humanos y al Art. 9 sobre la alteración a zonas con valor paisajístico. Cabe señalar que se requiere ampliar la línea de base del componente Arqueológico y Cultural para determinar los efectos señalados en el Art. 10.

- Las obras de Mejoramiento de Canales ingresarían al SEIA, particularmente si contempla el sifón en el río Tulahuencito, mediante una DIA, ya que no aplica ninguno de los efectos, características o circunstancias contempladas en el artículo 11 de la Ley 19.300.

9. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

9.1. Aspectos Generales

El Plan de Manejo Ambiental (PMA) es un instrumento que busca definir las medidas que permiten evitar, atenuar, reparar y/o compensar los impactos ambientales ocasionados en el medio ambiente producto de la intervención por la construcción y operación de las obras consideradas en el proyecto.

El Plan de Manejo Ambiental, tiene como objetivo cumplir con lo establecido en el artículo 12, párrafo 2º, título II (letra f) de la Ley 19.300, en el cual se indica que deberá formar parte de los Estudios de Impacto Ambiental, el conjunto de “medidas que se adoptarán para eliminar o minimizar los efectos adversos del proyecto o actividad y las acciones de reparación que se realizarán cuando ello sea procedente” (letra e), y “un plan de seguimiento de las variables ambientales relevantes que dan origen al Estudio de Impacto Ambiental”.

De acuerdo a lo expuesto, el Plan de Manejo Ambiental del presente estudio estará dirigido principalmente a las alternativas de embalse analizadas, dado que son estas las que se ha confirmado deberán ingresar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) por medio de un Estudio de impacto Ambiental (EIA).

El Plan de Manejo Ambiental, en su estructura se encuentra compuesto por subplanes, que se pueden considerar como etapas del mismo Plan, estos son:

- Plan de Medidas de Mitigación (PMM).
- Plan de Medidas de Restauración o Reparación (PMR).
- Plan de Medidas de Compensación (PMC).

En el Cuadro 9.1-1 se presenta un resumen de los principales impactos ambientales de cada componente, y el tipo de medida propuesta por fase del Proyecto.

Además de las medidas específicas expuestas en el Cuadro 9.1-1, se sugiere implementar un Plan de Cierre de las Faenas, incluyendo todas las medidas necesarias para volver a las condiciones originales las áreas intervenidas temporalmente para la instalación de campamentos y patios de maquinarias.

CUADRO 9.1-1
IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS POR ETAPA Y MEDIDA PROPUESTA

Tipo de Componente	Componente	Impacto Ambiental	Etapa	Tipo de Medida	Medida
Medio Físico	Hidrología	Alteración del régimen hidrológico	Construcción	Mitigación	Reducir el periodo de intervención de cauces naturales.
				Mitigación	Ejecución de las obras de intervención de cauces menores y quebradas en época de menor caudal.
				Restauración	Programa Intervención de cauces
			Operación	Mitigación	Establecimiento de Caudal Ecológico.
				Mitigación	Programa de acciones para llenado.
	Hidrogeología	Alteración del régimen Hidrogeológico	Construcción	Mitigación	Considera reducir el periodo de intervención de cauces naturales.
				Mitigación	Considera Ejecución de las obras de intervención de cauces menores y quebradas en época de menor caudal.
			Operación	Mitigación	Considera Establecimiento de Caudal Ecológico.
				Mitigación	Programa de acciones para llenado.
				Restauración	Programa Intervención de cauces
	Calidad de Agua	Alteración de la calidad de las aguas	Construcción	Mitigación	Considera reducir el periodo de intervención de cauces naturales.
			Operación	Restauración	Limpieza de áreas intervenidas.
	Calidad del Aire (*)	Alteración de la calidad del Aire	Construcción	Mitigación	Capacitación de Trabajadores
				Mitigación	Aplicación de Riego de superficie de tránsito de vehículos.
				Mitigación	Mantenimiento periódico de la maquinaria.
				Mitigación	Restricción velocidad de circulación.
				Mitigación	Implementación de señalética.
	Ruido y Vibraciones (*)	Aumento del nivel de presión Sonora	Construcción	Mitigación	Capacitación de Trabajadores
				Mitigación	Cubierta Tolva de Camiones
				Mitigación	Restricción velocidad de circulación.
				Mitigación	Disposición de señalética.
				Mitigación	Barrera acústica perimetral en campamento OSB 15 mm.

CUADRO 9.1-1
IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS POR ETAPA Y MEDIDA PROPUESTA

Tipo de Componente	Componente	Impacto Ambiental	Etapa	Tipo de Medida	Medida
Medio Biótico	Flora y Vegetación Terrestre	Alteración y/o destrucción de hábitat de especies de flora; pérdida de vegetación	Construcción	Mitigación	Capacitación de Trabajadores
				Mitigación	Disposición de señalética y afiches
				Mitigación	Resguardo de la vegetación terrestre
				Mitigación	Prohibición de corte y quema de vegetación nativa.
				Restauración	Plan de Manejo Forestal
				Restauración	Reforestación Bosque Nativo
				Restauración	Traslado de especies formación xerofítica
				Restauración	Cerco de exclusión de ganado
	Fauna Terrestre	Alteración y/o destrucción de hábitat de especies de fauna; pérdida de ejemplares de Fauna	Construcción	Mitigación	Capacitación de Trabajadores
				Mitigación	Prohibición de caza y captura de especies.
				Mitigación	Implementación de señalética.
				Mitigación	Rescate de ejemplares con categorías de conservación.
	Flora y Fauna Acuática	Alteración y/o destrucción de hábitat de especies de flora y fauna acuática; Pérdida de ejemplares de fauna acuática con problemas de conservación	Construcción	Mitigación	Rescate de ejemplares con categorías de conservación.
				Mitigación	Capacitación de Trabajadores
				Mitigación	Implementación de señalética.
			Operación	Mitigación	Establecimiento de caudal ecológico.

CUADRO 9.1-1
IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS POR ETAPA Y MEDIDA PROPUESTA

Tipo de Componente	Componente	Impacto Ambiental	Etapa	Tipo de Medida	Medida
Medio Social y Cultural	**Asentamientos Humanos**	**Alteración del sistema de vida, tradiciones y costumbres**	Construcción	Mitigación	Aplicación de Riego de superficie de tránsito de vehículos.
				Mitigación	Mantenimiento periódico de la maquinaria.
				Mitigación	Restricción velocidad de circulación.
				Mitigación	Disposición de señalética.
				Mitigación	Capacitación de Trabajadores:
				Mitigación	Implementación Plan de Manejo Social:
				Restauración	Ejecución de Plan de Reubicación para paso de libre tránsito de ganado hacia sectores altos de la cordillera, lo cual se vería afectado por área de inundación.
	Patrimonio Arqueológico	**Pérdida de patrimonio arqueológico**	Construcción	Mitigación	Señalética sitios arqueológicos y Cerco perimetral.
	Infraestructura y equipamiento	**Daños en infraestructura y equipamiento comunal**	Construcción	Restauración	Ejecución de Plan de reconstrucción y reubicación de interferencia (Bocatomas, caminos y otros).
	Paisaje	**Alteración en el Paisaje**	Construcción	Restauración	Limpieza de áreas intervenidas.

(*): Componentes Ambientales que, si bien no fueron contemplados en la línea de base, se analizan respecto a los potenciales impactos que los afectarían.

Fuente: Elaboración propia.

9.2. Plan de Medidas de Mitigación (PMM)

9.2.1. Generalidades

El PMM es un conjunto de medidas de mitigación, compuestas por diferentes tipos de acciones, que tienen como objetivo disminuir el efecto de los impactos ambientales negativos o directamente evitarlos.

En el presente acápite se presenta una lista de medidas de mitigación, sin embargo, una vez aprobado el proyecto y previo a su puesta en marcha, éstas deberán ser revisadas y complementadas en la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental, además de adicionar medidas para nuevos impactos que sean identificados. Todo esto con la finalidad de cumplir con la normativa vigente.

En los numerales siguientes se presentan las medidas de mitigación agrupadas por componente: Medio físico, Medio Biótico y Medio Social y Cultural.

9.2.2. Medio Físico

9.2.2.1. Hidrología e Hidrogeología

El impacto sobre los componentes hidrología e hidrogeología, entendiéndola la interrelación entre estos, se produce por las actividades que implican la intervención del cauce, que corresponden en sí mismas a la construcción del muro, las obras de desviación, la extracción de materiales, etc. En el 9.2.2.1-1 se presentan las medidas de mitigación para estos impactos.

CUADRO 9.2.2.1-1
MEDIDAS DE MITIGACIÓN PARA IMPACTOS AMBIENTALES SOBRE LA HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA

Impacto Ambiental	Etapa	Medida	Descripción
Alteración del régimen hidrológico e hidrogeológico	**Construcción**	Reducir el periodo de intervención de cauces naturales.	Contenido en Programa de Intervención de cauce, considerada en su conjunto como medida de reparación y restauración.
		Ejecución de las obras de intervención de cauces menores y quebradas en época de menor caudal.	Contenido en Programa de Intervención de cauce, considerada en su conjunto como medida de reparación y restauración.
	Operación	Establecimiento de Caudal Ecológico.	Contenido en Programa de Intervención de cauce, considerada en su conjunto como medida de reparación y restauración.
		Programa de acciones para llenado.	Contenido en Programa de Intervención de cauce, considerada en su conjunto como medida de reparación y restauración.

Fuente: Elaboración propia.

9.2.2.2. Calidad de Agua

Este componente se ve afectado en diversas formas durante la ejecución del proyecto, por una parte, las aguas superficiales sufren los efectos de la remoción de materiales y una vez en funcionamiento aparece el efecto de eutrofización producto de la acumulación del agua en el embalse. Por otra parte, se deben evaluar los efectos del embalsamiento de las aguas del cauce sobre el sistema hídrico subterráneo.

Durante la construcción, los impactos sobre la calidad del agua son producto principalmente de: las intervenciones en el cauce requeridas para la edificación del muro, la explotación potencial de yacimientos de áridos en la zona de inundación y las emisiones asociadas a las instalaciones de faenas.

En cuanto a los impactos generados en la etapa de operación, éstos se encuentran asociados al efecto barrera que provoca el embalsamiento. Las medidas de mitigación para estos efectos deben ser consideradas en el diseño y aplicadas en la etapa de construcción del embalse. Las medidas propuestas para este componente se presentan en el Cuadro 9.2.2.2-1.

CUADRO 9.2.2.2-1
MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES EN LA CALIDAD DEL AGUA

Impacto Ambiental	Etapa	Medida	Descripción
Alteración de la calidad de las aguas	**Construcción**	Considera reducir el periodo de intervención de cauces naturales.	Contenido en Programa de Intervención de cauce, considerada en su conjunto como medida de reparación y restauración.

Fuente: Elaboración propia.

9.2.3. Medio Biótico

9.2.3.1. Flora y Vegetación Terrestre

Este componente se ve afectado específicamente en la Etapa de Construcción, puesto que las actividades correspondientes a la construcción de caminos, establecimiento de faenas y obras requiere de un trabajo de corte de las especies presentes en el área a utilizar, lo que conlleva desde la alteración de la calidad del componente hasta una pérdida de vegetación. Las medidas necesarias para mitigar estos impactos se presentan en el Cuadro 9.2.3.1-1.

CUADRO 9.2.3.1-1
MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOBRE FLORA Y VEGETACIÓN TERRESTRE

Impacto Ambiental	Etapa	Medida	Descripción
Alteración y/o destrucción de hábitat de especies de flora; pérdida de vegetación	**Construcción**	Capacitación de Trabajadores	La medida consistirá en la capacitación de los trabajadores contratados para la construcción del embalse.
		Disposición de señalética y afiches	Preliminarmente se considera la Instalación de 5 letreros que darán cuenta de la importancia del a vegetación nativa y especies protegidas. Se señala prohibición de corte y quema. Se deberán instalar en lugares visibles cercanos a zonas de interés.
		Resguardo de la vegetación terrestre	Medida contemplada en Plan de Seguimiento. Informe de Inspección Visual, de la colonización y desarrollo de la vegetación.
		Prohibición de corte y quema de vegetación nativa.	Esta medida se hace efectiva en instalación de letreros informativos, capacitación a trabajadores y el desarrollo de mesas participativas con la comunidad.

Fuente: Elaboración propia.

9.2.3.2. Fauna Terrestre

Las actividades anteriormente mencionadas durante la etapa de construcción, no sólo tienen impactos sobre la vegetación terrestre, sino que como consecuencia de esto y del tránsito de personas y vehículos y de la intervención del terreno, altera el hábitat de la fauna terrestre produciendo llegar a producir incluso la desaparición de una especie en el espacio aledaño a las obras de embalse. Las medidas de mitigación propuestas para estos impactos, se presentan en el Cuadro 9.2.3.2-1.

CUADRO 9.2.2.3-1
MEDIDAS DE MITIGACIÓN PARA IMPACTOS SOBRE LA FAUNA TERRESTRE

Impacto Ambiental	Etapa	Medida	Descripción
Alteración y/o destrucción de hábitat de especies de fauna; pérdida de ejemplares de Fauna	**Construcción**	Capacitación de Trabajadores	La medida consistirá en la capacitación de los trabajadores contratados para la construcción del embalse.
		Prohibición de caza y captura de especies.	Esta medida se hace efectiva en instalación de letreros informativos, capacitación a trabajadores y el desarrollo de mesas participativas con la comunidad.
		Implementación de señalética.	Instalación de 5 letreros que den cuenta de importancia de Fauna terrestre y prohibición de caza y captura. Se deberán instalar en lugares visibles cercanos a zonas de interés.
		Rescate de ejemplares con categorías de conservación.	Antes de las actividades de despeje de vegetación, construcción de las distintas estructuras y llenado del embalse se procederá al desarrollo de un programa de captura y relocalización de reptiles y ahuyentamiento de micro mamíferos.

Fuente: Elaboración propia.

Para que las medidas propuestas tengan la efectividad deseada, deben ser implementadas previamente al inicio de las actividades relacionadas con la etapa de construcción del proyecto, con el

fin de internalizar en todo el equipo de trabajo lo importante de este componente y de cumplir con las medidas anteriormente señaladas.

9.2.3.3. Flora y Fauna Acuática

Dada la naturaleza de las obras, directamente relacionadas con la alteración del cauce, los impactos sobre estos componentes son permanentes tanto en la etapa de construcción como en la etapa de operación, teniendo como efectos la pérdida de biodiversidad acuática. Las medidas de mitigación se presentan en el Cuadro 9.2.3.3-1.

CUADRO 9.2.3.3-1
MEDIDAS DE MITIGACIÓN PARA IMPACTOS SOBRE LA FLORA Y FAUNA ACUÁTICA

Impacto Ambiental	Etapa	Medida	Descripción
Alteración y/o destrucción de hábitat de especies de flora y fauna acuática; Pérdida de ejemplares de fauna acuática con problemas de conservación	**Construcción**	Rescate de ejemplares con categorías de conservación.	Antes de las actividades de despeje de vegetación, construcción de las distintas estructuras y llenado del embalse se procederá al desarrollo de un programa de captura y relocalización de reptiles y ahuyentamiento de micromamíferos.
		Capacitación de Trabajadores	La medida consistirá en la capacitación de los trabajadores contratados para la construcción del embalse.
		Implementación de señalética.	Instalación de 5 letreros que den cuenta de importancia de la Flora y Fauna acuática prohibición si es necesario la pesca e intervención del sistema acuático.
	Operación	Establecimiento de caudal ecológico.	Contenido en Programa de Intervención de cauce.

Fuente: Elaboración propia.

9.2.4. Medio Social y Cultural

9.2.4.1. Asentamientos Humanos

Con la construcción de una obra de las proporciones de un embalse, es casi inevitable el impacto sobre la calidad de vida de la población ubicada en sectores cercanos a la ubicación de las obras o vecinos a los caminos que conducen a estas, lo que se debe al incremento de la circulación de vehículos y maquinaria pesada desde y hacia el lugar de las faenas. Las medidas propuestas para mitigar estos impactos se presentan en el Cuadro 9.2.4.1-1.

CUADRO 9.2.4.1-1
MEDIDAS DE MITIGACIÓN PARA IMPACTOS SOBRE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS

Impacto Ambiental	Etapa	Medida	Descripción
Alteración del sistema de vida, tradiciones y costumbres	**Construcción**	Aplicación de Riego de superficie de tránsito de vehículos.	Humectación de áreas intervenidas, en sectores poblados. Considera arriendo de 4 camiones, petróleo y chofer; trabajando 24 días al mes, humectando 4 veces al día, y pago de derechos de aguas a canalistas.
		Mantenimiento periódico de la maquinaria.	Considera Informes mensual por un periodo de tres años. Corresponde a labores de Encargado Maquinaria.
		Restricción velocidad de circulación.	Considera Informes mensual por un periodo de tres años. Corresponde a labores de Encargado Tránsito y Maquinaria.
		Disposición de señalética.	Contempla letreros informativos considerados en otro componentes
		Capacitación de Trabajadores:	Considerará temáticas que den a conocer, el sistema de vida y costumbres locales, así como también acuerdos alcanzados con la comunidad, los que deberán ser acatados por los trabajadores.
		Implementación Plan de Manejo Social:	Instancias de conversación, presentación de resultados, avances y toma de acuerdos. Se consideran preliminarmente los siguientes subplanes: Apoyo al proceso productivo; Seguridad Vial; Información a la comunidad; Salud de la comunidad (Quedan sujeto a requerimientos y aprobación participativa de la comunidad, de acuerdo a indicaciones en estudios posteriores). Se Contemplan cuatro encuentros por año.

Fuente: Elaboración propia.

9.2.4.2. Patrimonio Arqueológico

El proyecto se emplazará en terrenos cuyo detalle arqueológico debe ser nuevamente cotejado en la etapa de construcción. Para lo anterior se proponen las medidas que se mencionan en el Cuadro 9.2.4.2-1.

CUADRO 9.2.4.2-1
MEDIDAS DE MITIGACIÓN PARA IMPACTOS SOBRE EL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO

Impacto Ambiental	Etapa	Medida	Descripción
Pérdida de patrimonio arqueológico	**Construcción**	Señalética sitios arqueológicos y Cerco perimetral.	En el caso que los sitios requieran registro (Sin afectación directa) pero no rescate, serán cercados durante la etapa de construcción. Además, se instalará en cada sitio un letrero indicativo a la importancia del sitio.

Fuente: Elaboración propia.

9.3. Plan de Medidas de Restauración o Reparación

Este Plan, tiene como objetivo principal lograr reponer los componentes ambientales que han sido afectados por las actividades desarrolladas en alguna de las etapas del proyecto, para devolverlos a una calidad o estado similar al que tenían previamente al desarrollo del proyecto. Para esto se deben implementar medidas de restauración (acciones) a las áreas intervenidas temporalmente por la construcción del proyecto, así como a las áreas aledañas a las obras.

En Cuadro 9.3-1 se presenta un listado medidas de Restauración o Compensación genéricas para este tipo de proyectos, las cuales, al igual que las medidas de mitigación del PMM, deberán ser revisadas y complementadas durante la realización del Estudio de Impacto Ambiental correspondiente.

CUADRO 9.3-1
MEDIDAS DE RESTAURACIÓN O REPARACIÓN

Componente	Impacto Ambiental	Etapa	Medida	Descripción
Hidrología e Hidrogeología	**Alteración del régimen hidrológico e hidrogeológico**	Construcción	Programa Intervención de cauces	Considera Medidas de restauración de cauce y aplicación de caudal ecológico.
Calidad de Agua	**Alteración de la calidad de las aguas**	Operación	Limpieza de áreas intervenidas.	Considera despeje de vegetación del área de inundación. Contempla labores de máquina, HH y Petróleo por día de trabajo.
Flora y Vegetación Terrestre	**Alteración y/o destrucción de hábitat de especies de flora; pérdida de vegetación**	Construcción	Plan de Manejo Forestal	Elaboración de Planes de Manejo de obras civiles
			Reforestación Bosque Nativo	Considera especies nativas arbóreas (referencia general), sin implementación de sistemas de riego de apoyo.
			Traslado de especies formación xerofítica	Considera una superficie total de terreno inundado, y que mantiene una cobertura vegetal tipo Matorral con presencia de especies Xerófitas.
			Cerco de exclusión de ganado	Considera perímetro de superficie contemplada para restitución o traslado de especies vegetales.
Asentamientos Humanos	**Alteración del sistema de vida, tradiciones y costumbres**	Construcción	Ejecución de Plan de Reubicación para paso de libre tránsito de ganado hacia sectores altos de la cordillera, lo cual se vería afectado por área de inundación.	Considerado en Obras de ingeniería, dado interferencias registradas (Paso libre tránsito de ganado)
Infraestructura y equipamiento	**Daños en infraestructura y equipamiento comunal**	Construcción	Ejecución de Plan de reconstrucción y reubicación de interferencia (Bocatomas, caminos y otros).	Considerado en Obras de ingeniería, dado interferencias registradas (Paso libre tránsito de ganado)
Paisaje	**Alteración en el Paisaje**	Construcción	Limpieza de áreas intervenidas.	Considera Plan de limpieza al cierre de faenas, para etapa de construcción.

Fuente: Elaboración propia.

9.4. Plan de Compensación

El Plan de Compensación es una herramienta utilizada para generar un impacto positivo equivalente al efecto de los impactos producidos por el proyecto. Este Plan puede incluir diversas medidas entre las cuales se pueden mencionar de forma general restauración del medio natural, mejora en infraestructura, etc. En general, las medidas de compensación además consideran las demandas de la población afectada por las obras del proyecto y deben ser definidas por las partes de forma conjunta. Dado lo anterior, y considerando que habitualmente las medidas de compensación son propuestas en los procesos de PAC propios de un EIA, para efectos del presente informe no serán propuestas medidas de compensación de forma explícita.

10. PLAN DE PREVENCIÓN DE CONTINGENCIA Y EMERGENCIAS

10.1. Introducción y Objetivos

A partir de la evaluación ambiental de las acciones y actividades del proyecto, considerando los criterios que definen la pertinencia de presentar un Estudio de Impacto Ambiental, se deducen eventuales situaciones de riesgo al medio ambiente y a la población para las cuales se proponen medidas. Estas medidas componen el Plan de Prevención de Contingencias y Emergencias.

Dicho plan contiene acciones a tomar en caso de ocurrencia de eventos accidentales de relevancia para la vida, salud humana y el medio ambiente.

El objetivo del Plan de Prevención de Contingencias y Emergencias es entregar las directrices que permitan hacer frente a posibles situaciones de emergencia en los emplazamientos de las obras y sus consecuencias, a fin de minimizar los riesgos de contaminación y daño a las personas.

Cabe señalar que los principales peligros identificados están asociados a las alternativas de embalse.

En primer lugar, se identificaron los principales peligros[9] vinculados a las etapas del proyecto, para luego proponer las acciones a tomar. A continuación, se señalan las seis situaciones de emergencias identificadas y las medidas correspondientes.

[9]Peligro: Fuente o situación con potencial de producir un daño, en términos de daño al ambiente o daño a las personas. Riesgo: Combinación entre la probabilidad y consecuencia(s) de la ocurrencia de un determinado evento peligroso. Se encuentra en función de la amenaza y la vulnerabilidad.

10.2. Control de Derrames

10.2.1. Descripción Contingencia

Corresponde al derrame de sustancias contaminantes ya sean productos líquidos o semisólidos, por ejemplo: aceites, aceites minerales, lubricantes, anticorrosivos, pinturas, combustibles y otras sustancias líquidas contaminantes al ambiente (suelo, agua, vegetación, etc.).

Uno de los riesgos más relevantes corresponde al de contaminación de agua durante la etapa de construcción del proyecto, producto de un eventual derrame, por ejemplo, debido a un accidente de camiones de transporte de petróleo o la ruptura de un dispositivo de almacenamiento.

Este riesgo de derrame podría alterar la calidad de las aguas superficiales y subterráneas del Área de Estudio, las que, en general, se caracterizan por ser de buena calidad.

Las actividades involucradas en la etapa de construcción que implican riesgo de afectar la calidad de las aguas son las siguientes:

- Movimiento de tierra (ya que involucra riesgo de aporte de material en suspensión).
- Transporte de materiales (ya que involucra riesgo de derrame de sustancias peligrosas).

Estas actividades son consideradas las “causas” de un evento de riesgo, en tanto que la contaminación de aguas es considerada el efecto.

Se considera su ocurrencia con mayor probabilidad en la etapa de construcción del proyecto, específicamente en las alternativas de presa.

10.2.2. Procedimiento de Control

10.2.2.1. Fase Previa al Derrame

- Identificar los productos líquidos considerados como peligrosos y los riesgos que estos presentan. Los productos quedarán registrados en una guía de seguridad y serán clasificados por contenedores azules y rojos, en los azules se depositarán los residuos sólidos domésticos y residuos sólidos asimilables a domésticos, y en los rojos los residuos peligrosos como por ej.: guaipe con aceite, pintura, envases de aerosoles, etc. Para los residuos Peligrosos líquidos habrá un tambor rotulado en el sector bodegas para este fin.
- Disponer de baldes con arena en las áreas donde exista la posibilidad de filtraciones o derrames peligrosos.

- Disponer de las herramientas necesarias en la zona de riesgo, para la intervención en caso de derrames (Ej. Palas, escoba, conos y azadones).

- Instruir a los trabajadores en el uso de los implementos de seguridad.

- Efectuar análisis de aceite a los transformadores.

- Efectuar regularmente inspecciones visuales al estado de la estructura de los transformadores y depósito de combustible del equipo generador. Las inspecciones visuales se incluirán en el programa de mantención preventiva.

- Para prevenir derrames en agua, identificar los posibles puntos de control para colocar barreras absorbentes, especialmente en las áreas donde se almacenan o manejan hidrocarburos, y así evitar la contaminación de fuentes de agua.

- Identificar la ruta del derrame por los canales o drenajes.

- Evitar que futuros flujos de combustible se mezclen con aguas superficiales, realizando desvíos y depresiones en el suelo.

- Conocimiento, por parte de todo el personal, de las vías de evacuación y vías alternativas ubicación de extintores y zonas de seguridad.

- Capacitación al personal en primeros auxilios y operatividad de la obra ante un siniestro.

- Principalmente, se debe capacitar a aquel personal que manipule las sustancias potencialmente contaminantes.

- Dar a conocer a las visitas y trabajadores externos las vías de evacuación y zonas de seguridad.

- Coordinar acciones permanentes con organismos pertinentes (Bomberos, Carabineros y SAMU).

- Disponer de los teléfonos de Bomberos, Carabineros, y de un servicio de urgencias y ambulancia que pueda acudir en el momento de una emergencia.

10.2.2.2. Fase Durante el Derrame

- Apagar todos los equipos o posibles fuentes de ignición (apagar todos los automáticos en sala de control).

- Obturar y cerrar bien las fugas.

- En caso de derrame menor, se debe proceder a contener y absorber el derrame utilizando arena, tierra, aserrín o realizando surcos con la ayuda de palas, de tal forma de evitar que el derrame ingrese a fuentes de agua superficial, canales y/o drenajes.

- Bloquear los drenajes y canales próximos al derrame, evitando la contaminación de aguas.

- Una vez confinado el derrame taparlo con tierra, arena o aserrín. Posteriormente, recoger este material en bolsas plásticas, almacenándolo transitoriamente para efectuar su ulterior gestión conforme el procedimiento de residuos especiales o peligrosos.

- Delimitar el área utilizando los conos y notificar a la jefatura del incidente.

- Si el derrame fuera sobre cauce de agua se deberá bombear.

- Impedir el ingreso al área del derrame a toda persona ajena a las tareas, permitiendo solo el ingreso del personal autorizado, utilizando para ello, los implementos de seguridad asignados.

- Si existe fuga de aceite en uno de los transformadores de media tensión, detenga la unidad perteneciente al transformador siniestrado, detenga las unidades operando el botón de emergencia correspondiente. El aceite caerá sobre el depósito ubicado bajo el transformador, dispuesto para estos eventos.

- Si existe fuga de aceite con presencia de fuego en uno de los transformadores de media tensión, detenga las unidades generadoras accionando el botón de emergencia correspondiente y aléjese del transformador siniestrado, en espera a que el fuego se extinga, en caso contrario (si el fuego aumenta), llame de inmediato a los Bomberos.

10.2.2.3. Fase Posterior al Derrame

- Una vez que los líquidos se hayan derramado, deberá limpiarse el área afectada, con solventes especiales dependiendo del tipo de líquido derramado, tomando todas las medidas de seguridad tanto personal como ambiental.

- Los residuos que queden de la limpieza deben depositarse en recipientes dispuestos para estos fines, residuos líquidos y sólidos peligrosos.

- Solicitar el retiro de los residuos a través de los servicios de una empresa certificada y con autorización sanitaria para el traslado y tratamiento de residuos peligrosos.

- Deben lavarse perfectamente con solventes todos los objetos contaminados, como herramientas, botas, ropa y otros elementos utilizados durante la intervención.

- Proceda a completar la guía de inspección después de una contingencia.

- Determine el tipo de falla en la central.

10.3. Control de Incendios y/o Explosiones

10.3.1. Descripción Contingencia

La probabilidad de incendio en las instalaciones está asociada a la operación de los equipos generadores, transformadores, celdas de media tensión, tableros de fuerza y control.

Puede también producirse por almacenamiento de combustible (grupo electrógeno de emergencia), aceites, pinturas, diluyentes, líquidos o residuos inflamables.

Otra forma de probabilidad de incendio, es por un corto circuito en las instalaciones eléctricas de la sala de máquinas, sala de media tensión o sala de operaciones.

Este peligro se asocia a la etapa de construcción y operación de las alternativas de embalse.

10.3.2. Procedimiento de Control

10.3.2.1. Fase Previa al Incendio

- Fumar en lugares previamente establecidos para fumadores.
- Apagar completamente las colillas de cigarros y se desecharlas en basureros establecidos. Nunca botar en papeleros.
- Informar sobre la existencia de humedades en paredes o techos, especialmente si están próximos a canalizaciones eléctricas.
- Capacitar en el uso y manejo de extintores.
- Efectuar periódicamente el mantenimiento y pruebas de funcionamiento del sistema de detección de incendio.
- Disponer en lugares visibles el teléfono de Bomberos, Carabineros, y de un Servicio de Urgencias y Ambulancia que pueda acudir en el momento de la emergencia.
- Dar a conocer a las visitas y trabajadores externos de vías de evacuación y zonas de seguridad de la central.
- Mantener los líquidos inflamables en recipientes cerrados y en lugares donde no representen peligro.
- No acumular residuos inflamables de forma concentrada, a fin de rebajar la posible carga de fuego.

- Mantener la limpieza y el orden, estas son dos cualidades fundamentales en la prevención de incendios y en la eficacia y rapidez de evacuación.

10.3.2.2. Fase Durante el Incendio

- Detectado el foco de incendio, evalúe si es posible actuar, mediante uso de extintor. Se activará el procedimiento contra incendios, que incluye la presencia de la Brigada de Emergencia, quienes estarán capacitados en el uso de extintores y tratarán de extinguir el fuego, sólo si el siniestro es controlable.

- Si no es posible controlar la situación, se dará aviso inmediato a Bomberos si el incendio es en las instalaciones del proyecto y/o a CONAF si es un incendio forestal, y se evacuará a los trabajadores hacia las zonas de seguridad.

- Dar aviso a encargado de abrir el Portón de acceso, el que debe permanecer abierto para el ingreso de los vehículos de emergencia.

- Evacuar el lugar y ubicarse en la zona de Seguridad. Si el lugar se encuentra en lleno de humo, salir agachado, pues el humo tiende a subir.

- Verificar que en la zona de seguridad se encuentre la totalidad de las personas que se encontraban al interior de la casa de máquinas.

10.3.2.3. Fase Posterior al Incendio

- No obstruir la labor de los bomberos y organismos de asistencia pública.

- Cerciorarse que no ha quedado ningún foco de nuevos incendios.

- Una vez apagado el incendio, cerciorarse a través de personal experto, que la estructura no haya sufrido debilitamiento.

- Sólo podrán reanudarse las actividades una vez que el siniestro este controlado

- Investigar causas del siniestro. Una vez establecidos los defectos que presentan las instalaciones de la Central, se debe evaluar el alcance que tienen ellos por su magnitud, extensión y variabilidad en el tiempo. Sobre la base de ello, establecer Estado de Falla: Sin Falla, Falla Potencial o Moderada y Falla Inminente o Crítica.

- Ante la presencia de una Falla Critica, se informará a la jefatura, a fin de permitir adoptar las medidas que correspondan para evitar o minimizar los daños.

10.4. Sismos

10.4.1. Descripción Contingencia

Debido a que el país y, por tanto, la región es considerada una zona de alta actividad sísmica, debido principalmente, a que nuestro territorio geográfico se encuentra frente de la falla geológica que une la Placa Continental de Sudamérica y la Placa de Nazca, significa entonces que existe una alta posibilidad de una actividad sísmica de gran intensidad durante toda la vida útil de las obras propuestas.

Aun cuando en la construcción de las obras, especialmente los embalses, consideran un efecto sísmico, siempre existe el riesgo potencial de rotura de instalaciones, vidrios, ductos, muros de protección entre otros riesgos.

El colapso del muro en la etapa de operación del embalse, corresponde al mayor riesgo identificado, debido a la envergadura de sus consecuencias sobre la población, infraestructura y recursos naturales aguas abajo del muro.

10.4.2. Procedimiento de Control

10.4.2.1. Fase Previa al Sismo

- Conocimiento por parte de todo el personal de las vías de evacuación y vías alternativas ubicación de extintores y zonas de seguridad (Plano de Evacuación).
- Capacitación al personal en primeros auxilios.
- Disponer de implementos necesarios: botiquín de primeros auxilios, linternas, baterías de radio, radio transmisor y teléfono satelital.
- No colocar objetos pesados encima de muebles altos, asegurarlos en el suelo.
- Dar a conocer a las visitas y trabajadores externos de vías de evacuación y zonas de seguridad.
- Coordinar acciones permanentes con organismos pertinentes. (Bomberos, Carabineros y SAMU).
- Realización de simulacros permanentes.

10.4.2.2. Fase Durante el Sismo

- En caso de temblor, esperar 30 segundos en sitio seguro antes de abandonar el lugar.
- Ante un terremoto o temblor de mayor intensidad deberá proceder de la siguiente forma:

- Si el grado de intensidad es igual o superior a V en la escala de Mercalli, se procederá a detener ambas unidades generadoras, accionando el botón de emergencia más seguro a su punto de ubicación.
- Evacuar inmediatamente el lugar y dirigirse hacia la Zona de Seguridad.
- Si se encuentra bajo techo protegerse de la caída de lámparas, libros y otros objetos.
- Alejarse de vidrios, paredes, cables eléctricos y otros elementos que puedan generar daños a su integridad física, así como de recipientes que puedan derramarse.

10.4.2.3. Fase Posterior al Sismo

- Evacuar el lugar y ubicarse en las zonas de seguridad en espera a que se normalice la situación.
- En el momento de la evacuación todo el personal debe salir libre de elementos (mochilas, bolsos, computadores, etc.).
- Se debe esperar 30 minutos en zona de seguridad después del temblor o terremoto debido a las réplicas que puedan presentarse.
- Ante la presencia de un terremoto o un sismo de magnitudes apreciables, superior a los V grados de Mercalli se procederá de la siguiente forma:
  - La primera medida que se deberá tomar, será el cierre de la válvula de seguridad del embalse.
  - Efectuar una inspección en forma inmediata de la integridad estructural de la presa, con todos los implementos de protección personal (casco, linterna, guante, antiparras, etc.). Teniendo como objetivo detectar los daños que haya sufrido las instalaciones, la inspección se efectuará siguiendo un recorrido prefijado de acuerdo a las prioridades y para ello se utilizará una Guía de Inspección después de una contingencia.
  - Comprobar la impermeabilidad de la presa.
  - Comprobar la integridad y adecuado funcionamiento de los sistemas de desagüe.
  - Una vez establecidos los defectos que presentan las instalaciones, se debe evaluar el alcance que tienen ellos por su magnitud, extensión y variabilidad en el tiempo. Sobre la base de estos se establecerá el Estado de Falla: Sin Falla, Falla Potencial o Moderada y Falla Inminente o Crítica.
  - Luego de realizada la inspección y evaluado el estado de falla de la obra, se tomará la decisión de reponer operación de acuerdo al dicho estado.

- En caso de ser necesario, se debe proceder con los equipos de reparación de los sistemas dañados.
- En caso de detectarse fallas graves que pongan en riesgo la integridad y seguridad de la presa, se deberá dar aviso a las autoridades regionales para coordinar las acciones preventivas correspondientes.

10.5. Remoción en Masa

10.5.1. Descripción Contingencia

Dado los emplazamientos de las obras propuestas, existe un riesgo permanente de la ocurrencia de eventos de remoción en masa, dadas las altas pendientes y material que podría caer y causar daño a las personas e infraestructura presente.

Lo más común, son los deslizamientos de rocas, que pueden ocurrir en cualquiera de las etapas del proyecto.

10.5.2. Procedimiento de Control

10.5.2.1. Fase Previa a la Remoción

- Identificar los puntos donde se puedan producir desprendimientos de rocas, que pongan en peligro las instalaciones.
- Disponer de los medios de comunicación, teléfono fijo, teléfono celular, teléfono satelital, radio comunicación, sistemas los cuales se encuentran todos habilitados y operativos.
- Construir diques o barreras de contención del tipo rejas para retener y evitar las caídas de rocas en zonas críticas.
- Efectuar y revisar periódicamente el mantenimiento de las áreas de evacuación y áreas seguridad.
- Conocimiento por parte de todo el personal de las vías de evacuación y vías alternativas ubicación de extintores y zonas de seguridad.
- Capacitación al personal en primeros auxilios.
- Dar a conocer a las visitas y trabajadores externos de vías de evacuación y zonas de seguridad.
- Coordinar acciones permanentes con organismos pertinentes (Bomberos, Carabineros y SAMU).

10.5.2.2. Fase Durante la Remoción

- Si las caídas de rocas provocan el rompimiento de las paredes de la estructura de la presa, se debe detener la operación de la misma.
- Inmediatamente se debe delimitar un área de restricción, donde sólo podrán ingresar el personal entrenado.
- En caso de accidentes, llamar a los Servicios de Urgencias, Ambulancia o Bomberos.
- Dar aviso inmediato a Administrador de la obra.

10.5.2.3. Fase Posterior a la Remoción

- Evite acercarse a lugares que aún presentan peligro de deslizamiento de rocas (quebradas, cerro).
- Si por el deslizamiento de rocas se presenta un accidente, llamar a los equipos de emergencia e informar a sus superiores.
- Una vez que el desprendimiento de rocas se haya detenido y las condiciones para la intervención sean seguras, se debe proceder a:
  - Evaluar los daños provocados por el deslizamiento de rocas.
  - Efectuar la inspección de la obra con el objetivo de detectar los daños que haya sufrido. Esta inspección se efectuará siguiendo un recorrido prefijado de acuerdo a las prioridades y para ello se utilizará la Guía de Inspección después de una contingencia.
  - Completar la guía de inspección después de una contingencia.
  - Una vez establecidos los defectos que presenta la obra, se debe evaluar el alcance que tienen ellos por su magnitud, extensión y variabilidad en el tiempo. Sobre la base de estos, se establecerá el Estado de Falla: Sin Falla, Falla Potencial o Moderada y Falla Inminente o Crítica.
  - Luego de realizada la inspección y evaluado el estado de falla, se tomará la decisión de poner en operación la presa.
- Limpiar y despejar el área afectada.
- Impedir el ingreso al área afectada a toda persona ajena a las tareas de limpieza y restauración, permitiendo solo el ingreso del personal autorizado, utilizando para ello, los implementos de seguridad asignados.
- Revisar los planes de evacuación para realizar una mejora continua.

- Un experto en prevención de riesgos inspeccionará el área, demarcando las áreas de riesgo. El profesional determinará si es conveniente relocalizar las instalaciones.

10.6. Inundación

10.6.1. Descripción Contingencia

Las inundaciones posibles de ocurrir en los emplazamientos de las alternativas pueden ser de dos tipos: Inundación Exógena e Inundación Endógena.

La Inundación Exógena se definirá como la inundación producida por un evento de tipo natural, como resultado de lluvias intensas o continuas, que al sobrepasar la capacidad de retención del suelo y de los cauces, desbordan e inundan terrenos aledaños al cauce.

Las **inundaciones exógenas**, además se pueden dividir de acuerdo al régimen de los cauces, siendo estas: lenta o de tipo aluvial, súbita o de tipo torrencial, encharcamiento y por aluvión.

Otros tipos de inundaciones pueden ser por ruptura de represas, diques, embalses, percolaciones (filtraciones), licuefacciones (paso de un cuerpo sólido al estado líquido), entre otras.

La inundación de tipo aluvial (lenta) se produce cuando hay lluvias persistentes y generalizadas dentro de una gran cuenca, generando un incremento paulatino de los caudales en los grandes ríos, hasta superar la capacidad máxima de almacenamiento, se produce entonces, el desbordamiento y la inundación de las áreas planas aledañas al cauce principal. Las crecientes así producidas, son inicialmente lentas y tienen una gran duración.

La inundación de tipo torrencial (inundación súbita) es la producida en ríos de montaña y originada por lluvias intensas. El aumento de los caudales se produce cuando la cuenca recibe la acción de las tormentas durante determinadas épocas del año, por lo que las crecientes suelen ser repentinas y de corta duración. Estas inundaciones son generalmente las que causan los mayores estragos en la población por ser inesperadas.

La inundación por aluvión se define como un río de barro originado tras una fuerte lluvia que ocasiona inundaciones que arrastran consigo lodo, arena, rocas, árboles, etc.

Uno de los grandes problemas que presentan los aluviones es que no se pueden predecir, se desatan sin aviso. Por lo tanto, es importante tomar ciertas precauciones en caso que un aluvión se presente.

Los aluviones no siempre se originan en los mismos lugares, por lo cual siempre se debe estar monitoreando las diferentes áreas del proyecto y, por ende, deben existir planes de evacuación cuyo objetivo es minimizar al máximo los potenciales riesgos.

Las Inundaciones Endógenas son aquellas producidas por un evento de tipo interno a las obras implementadas, como por ejemplo, el rompimiento o fugas de tuberías, equipos y sellos.

Si bien los embalses regulan solo los ríos Mostazal y San Miguel, existen quebradas aledañas que, en caso de lluvias abundantes, podrían activarse y provocar inundaciones afectando las obras, los asentamientos humanos y la infraestructura presente.

10.6.2. Procedimiento de Control

10.6.2.1. Fase Previa a la Inundación

- Realizar una revisión periódica de todas las tuberías.
- Efectuar un re-aprete de pernos en tuberías y válvulas.
- Mantener despejadas y limpias las zonas de evacuación de aguas lluvia, como quebradas y canaletas.
- Contar con los medios de comunicación, tales como: teléfono de red fija, teléfono celular, teléfono satelital, radios de comunicación, sistemas que se encuentran todos habilitados y operativos.
- Construir barreras, como muros perimetrales en sectores críticos contra inundación.
- Efectuar y revisar periódicamente las áreas de evacuación y áreas seguridad.
- Conocimiento por parte de todo el personal y visitantes de las vías de evacuación y vías alternativas ubicación de extintores y zonas de seguridad.
- Implementar sistema de alarma.

10.6.2.2. Fase Durante la Inundación

- Extraer agua con las bombas de emergencia en las zonas de la obra que afecte el correcto funcionamiento de la presa, en primer lugar. Complementar esta labor, con la instalación de sacos con arena.
- Si la inundación es producida por rotura o daño en la estructura de la Tubería principal, de debe proceder a cerrar la válvula de seguridad.
- Si la inundación supera los límites de control del personal, poniendo en peligro la vida humana, evacuar el lugar y ubicarse en la zona de Seguridad. Tratar de comunicarse con los servicios de emergencia.
- Rescate de personas aisladas.

10.6.2.3. Fase Posterior a la Inundación

- Evitar acercarse a lugares que aún presentan peligro.
- Una vez que la inundación se haya detenido y las condiciones para la intervención sean seguras, proceda a evaluar los daños provocados por la inundación:
  - Efectuar la inspección en la presa, con el objetivo de detectar los daños que hayan sufrido las instalaciones, esta inspección se efectuará siguiendo un recorrido prefijado de acuerdo a las prioridades y para ello se utilizará la Guía de Inspección después de una contingencia.
  - Completar la guía de inspección después de una contingencia.
  - Una vez establecidos los defectos que presentan las instalaciones de la Central, se debe evaluar el alcance que tienen ellos por su magnitud, extensión y variabilidad en el tiempo. Sobre la base de estos, se establecerá el Estado de Falla: Sin Falla, Falla Potencial o Moderada y Falla Inminente o Crítica.
  - Luego de realizada la inspección y evaluado el estado de falla de la central, se tomará la decisión de poner en operación la presa.
- Impedir el ingreso al área afectada a toda persona ajena a las tareas de limpieza y restauración, permitiendo solo el ingreso del personal autorizado, utilizando para ello, los implementos de seguridad asignados.
- Revisar los planes de evacuación para realizar una mejora continua.

10.7. Accidentes de Trabajo

10.7.1. Descripción Contingencia

Estas emergencias están vinculadas especialmente con quienes deban desarrollar trabajos de alto riego o que signifique un cuidado en el manejo y mantención de los equipos. Por ejemplo, es posible identificar:

- Trabajos en espacios confinados (Interior tubería principal).
- Trabajos en equipos hidráulicos (válvulas, turbinas, compuertas, etc.).
- Trabajo de soldadura y cortes.
- Trabajo de manipulación de productos tóxicos (pinturas, desinfectantes, etc.).
- Trabajo en la tubería (limpieza general).

Estos trabajos pueden asociarse a todas las etapas del proyecto.

10.7.2. Procedimiento de Control

10.7.2.1. Fase Previa a un Accidente

- Dar a conocer a las visitas y trabajadores externos de vías de evacuación y zonas de seguridad de la central.
- Conocimiento por parte de todo el personal de las vías de evacuación y vías alternativas, ubicación de extintores y zonas de seguridad.
- Instruir y concientizar al trabajador en el uso de los implementos de seguridad.
- Capacitar al personal a través de la ACHS en conocimiento de Primeros Auxilios.
- A todo visitante que ingrese a la Central se le realizará la entrega del derecho a saber, con la finalidad de informar de los riesgos presentes en la obra y a los cuales podría estar expuesto.
- Antes de iniciar cualquier labor que conlleve un mayor cuidado, precisión, conocimiento técnico o un alto riesgo, el trabajador recibirá un adiestramiento o instrucción previa acompañada con un procedimiento de trabajo y se le informará además de los riesgos asociados a dicha actividad.
- Todo trabajador nuevo recibirá una inducción en seguridad, salud ocupacional, en el cual se le dará a conocer los riesgos que involucra su trabajo y las medidas de prevención que debe adoptar.
- Conservar las áreas de trabajo limpia y ordenadas.
- Las áreas de paso, salidas y vías de evacuación, deberán permanecer libres de obstáculos, bien iluminadas y señalizadas.
- Efectuar inspecciones periódicas a los equipos con el objetivo de poder detectar fallas o anomalías que a futuro puede provocar un accidente.
- Efectuar pruebas de funcionamiento a los equipos y dispositivos de seguridad para detectar fallas o anomalía que pueden causar algún accidente.

10.7.2.2. Fase Durante un Accidente

- Aplicar los primeros auxilios al trabajador accidentado en el sitio del accidente. La atención temporal debe durar hasta que la víctima no presente peligro vital o sea entregado a personal de salud.
- El accidentado debe ser trasladado en primera instancia a un centro asistencial cuando la cercanía del lugar donde ocurrió el accidente y su gravedad así lo requieran.

- Casos de Urgencia o lesión grave: Se entiende cuando la condición de salud o cuadro clínico implique riesgo vital y/o secuela funcional grave para la persona.

- En caso que ocurra un accidente de trabajo fatal ó grave, el empleador deberá cumplir las siguientes obligaciones:

  – Suspender en forma inmediata las faenas afectadas y de ser necesario, permitir a los funcionarios evacuar el lugar de trabajo.

  – Informar inmediatamente de lo ocurrido a la inspección del Trabajo, Secretaría Regional Ministerial de Salud, Carabineros y Familiares.

10.7.2.3. Fase Posterior a un Accidente

- No obstruir la labor de los Bomberos y organismos de Asistencia pública.

- Personal a cargo deberá efectuar la investigación de las causas que originaron el accidente y tomar las medidas tendientes a evitar que el accidente se repita.

- Revisar Planes atingentes para mejora continua y reducir futuros eventos.

11. PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL

11.1. Introducción

Este apartado tiene como objetivo pormenorizar los componentes ambientales donde es pertinente efectuar mediciones y control futuro, debido a los impactos que se generarían en éstos producto de la ejecución de las diferentes etapas del proyecto. Junto a ello, se identificaron medidas para realizar el seguimiento de las principales variables, a nivel de pre-factibilidad.

Dentro de los lineamientos de este Plan de Seguimiento Ambiental (PSA), se encuentra el asegurar que las variables ambientales relevantes del proyecto, que originan la necesidad de realizar un Estudio de Impacto Ambiental, evolucionen según lo establecido en el mismo, luego de la adopción de las medidas tendientes a minimizar o evitar los impactos ambientales identificados y detectar y prevenir la ocurrencia de efectos ambientales no deseados. El seguimiento de las variables se realizará acorde a las etapas del proyecto, como son las etapas de construcción y la etapa de operación del embalse.

Desde el punto de vista operativo, el PSA distingue dos grandes tipos de acciones: inspección ambiental y monitoreo. Ambas dan origen a dos planes: Plan de Inspección Ambiental y Plan de Monitoreo Ambiental.

Los contenidos de los informes serán el resultado de las inspecciones efectuadas a cada uno de los componentes ambientales definidos en las medidas de mitigación, reparación/restauración y compensación, durante la etapa de construcción y operación.

11.2. Medidas de Seguimiento Consideradas

En el Cuadro 11.2-1 se presenta los métodos de inspección y/o monitoreo de las variables ambientales impactadas.

Si bien se definieron medidas de seguimiento para todos los componentes, se debe prestar atención al seguimiento ambiental de los componentes ambientales con mayor nivel de impacto, que corresponden a la Flora y Vegetación y Fauna Terrestre, junto con el Paisaje.

CUADRO 11.2-1
PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL

Componente	Impacto	Etapa	Medidas de Seguimiento	Tipo de Seguimiento	Frecuencia
Hidrología e Hidrogeología	**Alteración del régimen hidrológico y sedimentológico del río; Alteración del régimen Hidrogeológico.**	Construcción y Operación	Monitoreo de caudal ecológico	Monitoreo	Mensual
Calidad de Aguas	**Alteración de la calidad del agua**	Construcción y Operación	Monitoreo Calidad del Agua para los parámetros establecidos en la NCh 1.333/Of.78	Monitoreo	Semestral
Calidad del Aire (*)	**Alteración de la calidad del aire**	Construcción	Inspecciones visuales terrestres	Inspección	Semanal
Ruido (*)	**Alteración de los niveles de ruido**	Construcción	Medición de los niveles de ruido de fondo en sectores potencialmente afectados	Monitoreo	Trimestral
Flora y Vegetación Terrestre	**Alteración y/o destrucción de hábitat de especies de flora**	Construcción	Monitoreo de la sobrevivencia, colonización y desarrollo de la vegetación	Monitoreo	Semestral
	Pérdida de Vegetación	Construcción y Operación	Inspecciones visuales terrestres	Inspección	Mensual
Fauna Terrestre	**Alteración y/o destrucción de hábitat de especies de fauna**	Construcción y Operación	Monitoreo de micromamíferos, reptiles y aves	Monitoreo	Semestral
	Pérdida de ejemplares de fauna terrestre con problemas de conservación	Construcción			
Flora y Fauna Acuática	**Pérdida de ejemplares de fauna acuática con problemas de conservación**	Construcción	Monitoreo de calidad de agua y biota	Monitoreo	Semestral
			Monitoreo de caudal ecológico	Monitoreo	Mensual
	Alteración y/o destrucción de hábitat de especies de flora y fauna acuática	Construcción	Monitoreo de calidad de agua y biota	Monitoreo	Semestral
		Operación	Monitoreo de caudal ecológico	Monitoreo	Mensual

CUADRO 11.2-1
PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL

Componente	Impacto	Etapa	Medidas de Seguimiento	Tipo de Seguimiento	Frecuencia
Asentamientos Humano	**Alteración del sistema de vida, tradiciones y costumbres**	Construcción	Monitoreo del funcionamiento de la maquinaria y su velocidad de circulación.	Monitoreo	Mensual
Patrimonio Arqueológico	**Pérdida de patrimonio arqueológico**	Construcción	Monitoreo arqueológico de las obras	Monitoreo	Mensual
Paisaje	**Incorporación de elementos discordantes en el paisaje**	Construcción	Inspecciones visuales terrestres	Inspección	Mensual
Infraestructura y Equipamiento	**Daños en infraestructura y equipamiento comunal**	Construcción	Monitoreo Plan de Reconstrucción y Reubicación de Interferencias	Monitoreo	Mensual

(*): Componentes Ambientales que, si bien no fueron contemplados en la línea de base, se analizan respecto a los potenciales impactos que los afectarían.

Fuente: Elaboración propia.

12. IDENTIFICACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES

A partir del análisis ambiental realizado, se propone la realización de estudios ambientales específicos a desarrollar en las etapas posteriores del Proyecto con el fin de profundizar en los componentes ambientales que, a juicio del consultor, requieran de un análisis mayor y consideración especial.

- Para los componentes Hidrología y Flora y Fauna Acuática, resulta necesario realizar un estudio de Caudal Ecológico o Ambiental, según criterios biológicos, con el fin de tomar las medidas necesarias en el Plan de Manejo respectivo y asegurar el normal desarrollo de las actividades ecosistémicas.

- Se requiere efectuar un diagnóstico del componente Ruido y Vibraciones, que se estima relevante dado que el área a intervenir es predominantemente rural y puede verse afectada en la etapa de construcción de las obras. Esto permitiría definir las medidas de mitigación con mayor precisión.

- En relación a la línea de base de Flora y Vegetación Terrestre, dado que se registró la presencia de especies xerofíticas en los 12 puntos de muestreo, tales como Colliguay, Espino, Quisco, Baccharis sp., entre otras; resulta necesario realizar un inventario acabado en los sitios específicos a intervenir, para determinar si se registra una formación xerofítica como tal, la cual está definida para la región como una superficie mínima de 1 ha, ancho de 40 m y/o una densidad de 300 individuos por hectárea.

- Así mismo, se registraron formaciones de bosque nativo con cierto grado de intervención, por lo que se debe evaluar de forma más precisa la flora y vegetación presente en las zonas que pudieran verse afectadas por las intervenciones del

Proyecto. Cabe señalar que en áreas donde se registre más de un 10% de cobertura y como mínimo un área de 5.000 m^2, se hace necesaria la presentación de un plan de manejo. Dentro de los puntos de muestreo, la mayoría de las especies representativas son arbóreas y arbustivas, con coberturas mayores al 25%.

- El Área de Estudio es una zona que, si bien posee un desarrollo agrícola, tiene sectores que se aprecian prístinos, por lo cual, se sugiere profundizar en la valoración del componente Paisaje, desde el punto de vista de la comunidad o de los potenciales visitantes, dado que, en el marco de esta consultoría, se diagnosticó una alta valoración del medio natural por parte de los habitantes y un reconocimiento por parte de la Municipalidad del potencial turístico del Valle. Se requiere evaluar las metodologías participativas más adecuadas para efectuar este análisis.

- Ligado al punto precedente, se recomienda complementar la metodología participativa para evaluar Paisaje con una que incluya determinación de cuencas visuales. Esto permitiría mejorar la propuesta de medidas de compensación y mitigación (por ejemplo, establecer miradores o puntos de observación para promover la actividad turística).

- En relación al componente Cultural y Arqueológico, debido a los insuficientes estudios específicos en profundidad y al registro en terreno de sitios arqueológicos en los emplazamientos de embalse, ninguno consignado en la literatura, se requiere una ampliación de la Línea de Base mediante inspección subsuperficial. Con ello será posible descartar ocupaciones anteriores. Además, debido a las piedras fósiles encontradas, se requiere un estudio paleontológico en el área para establecer su origen y dispersión.

13. CONCLUSIONES, CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES

De las alternativas de proyecto analizadas en el presente informe, deberán someterse al SEIA mediante elaboración de un EIA sólo los proyectos asociados a obra de embalse (Sitio Tranca Morada y San Miguel Alto), dado que cumplen ambos con los requisitos estipulados con la Normativa Ambiental vigente en Chile. De las obras propuestas en la alternativa de mejora al sistema de conducción y distribución de agua para riego, sólo la obra asociada a la construcción de un Sifón en Río Tulahuencito ingresa al SEIA por la modalidad de Declaración de Impacto Ambiental.

Es posible señalar que, de las tres alternativas de proyecto analizadas, embalse Tranca Morada, embalse San Miguel Alto y Obras de mejoramiento para sistema de conducción y distribución de agua para riego, la que genera un menor impacto ambiental en el medio, corresponde a la última de éstas.

En términos generales, las Obras de mejoramiento para sistema de conducción y distribución de agua para riego, al estar asociada a un área de influencia ya intervenida por obras existentes y por mantener un uso actual del territorio destinado a actividades agroproductivas, los impactos sobre los componentes ambientales resultan menores, caracterizándose estos a su vez, por

una sensibilidad ambiental menor en relación a las alternativas de embalse. Bajo este contexto, destaca una mayor **Intensidad de Impacto** en el componente hidrogeológico, dado los efectos de la impermeabilización de canales en la recarga actual del acuífero dentro del Área de Estudio; en tanto los mayores **niveles de Impacto** se presentan en el componente Biodiversidad, principalmente producto de la sumatoria de actividades que impactan en etapa de construcción, lo cual, asumiría una condición más bien temporal.

En cuanto a los componentes ambientales afectados por las alternativas de embalse, cabe señalar que mantienen niveles de sensibilidad ambiental altos en la mayoría de estos, generándose la mayor cantidad de presiones en los componentes Biodiversidad, Fauna Terrestre, Flora y Vegetación y Paisaje, tanto por los efectos que generan las etapas de construcción como en etapa de operación, lo que se expresa en altos valores en los niveles de impacto analizados. Respecto a los resultados obtenidos al analizar los principales componentes ambientales afectados se destaca:

- Biodiversidad: no se localizan sitios que se encuentren incorporados en los sistemas actuales de protección de la biodiversidad. Al considerar los antecedentes referidos a la riqueza y estructura de especies, destacan en el Área de Estudio los sitios Tranca Morada y San Miguel Alto, lugares en los cuales se presenta la mayor variedad de especies de flora y fauna terrestre.

- Fauna Terrestre: Se presenta una alta diversidad de especies y un alto grado de endemismo, a pesar de mantener una zona urbanizada y una amplia superficie de uso agrícola. Para los reptiles, también es destacable el registro de la Salamanqueja de Combarbalá (Garthia penai) especie endémica y que no había sido reportada anteriormente en el lugar de estudio.

- Flora Terrestre: Se registraron 51 especies, de las cuales 11 fueron señaladas por la comunidad local, relevándose por su importancia ecosistémica, paisajística o cultural (Maqui, maitén Arrayán, sauce, olivillo, chañar, abrojo, guayacán, espino y otros).

- Vegetación Terrestre: Se presenta altamente fragmentada, reconociéndose una representación de formaciones de “Bosque nativo” y de comunidades de especies “Xerófitas” (Colliguay, Espino, Quisco, y otros) que requieren verificación detallada para eventuales Planes de Manejo en estudios posteriores.

- Flora y Fauna Acuática: A pesar de reconocerse un ambiente propicio para este tipo de especies, se registra una escasa representatividad de estas, posiblemente debido a una reducción de las poblaciones lo que las hace susceptible a eventuales intervenciones del medio.

- Paisaje: La mayor valoración de este componente se obtuvo en el sitio de embalse Tranca Morada, destacándose los atributos estructurales, en especial la naturalidad, así como también atributos biofísicos, particularmente referido al relieve. De igual forma se releva como atributos de importancia para toda Área de Estudio, la diversidad paisajística y el color.

Estos resultados se presentan concordantes en parte, con las impresiones y preocupaciones de los actores locales señaladas en el proceso de participación ciudadana, quienes han dado cuenta de la importancia de mantener espacios silvestres, dada la riqueza en torno a la biodiversidad de flora y fauna local, a la cual relevan una importancia ecológica y cultural. En este contexto, se refuerza la necesidad de llevar a cabo un Plan de Manejo Ambiental que minimice los impactos de las actividades contempladas en el proyecto y garantice compensaciones ambientales cuando estos resulten necesarios.

Dadas las características de las alternativas analizadas, son las obras de embalse las que requieren por normativa el desarrollo y ejecución de un Plan de Manejo Ambiental, el cual, se presenta en Capítulo 9 del presente informe, en el contexto de análisis y proposiciones en etapa de prefactibilidad, el que deberá ser actualizado y desarrollado con mayor detalle en un posterior Estudio de Análisis Ambiental o en el Estudio de Impacto Ambiental.

Los costos preliminares para las medidas ambientales propuestas no varían en demasía entre una alternativa de embalse y otra (23.287 UF para Tranca Morada y 22.802 UF para San Miguel), presentándose esta variación de costos en las medidas contempladas para la etapa de construcción. Por su parte, el análisis preliminar de costos para alternativas de mejoramiento de canales, se ha acotado a los permisos ambientales sectoriales (PAS) para las obras requeridas, dado que, por normativa, no se contempla la proposición de medidas ambientales para las alternativas en cuestión, alcanzando un monto preliminar de 414 UF.

Se sugieren en un posterior estudio de EIA, profundizar en el análisis de los componentes que mantendrían las mayores presiones por intensidad de impactos (Fauna Terrestre, Biodiversidad Flora y Vegetación y Paisaje). En particular para el componente paisaje, se recomienda adecuar metodológicamente la evaluación empleada, de modo de incorporar las preferencias de actores locales, lo cual resulta de gran valor para definir e incorporar nuevas medidas en el Plan de Manejo ambiental y/o establecer medidas compensatorias acorde a las necesidades de los actores locales dentro del Área de Estudio.

Otros Estudios particulares recomendados, corresponden a: Una estimación del Caudal Ecológico o Ambiental, según criterios biológicos, con el fin de tomar las medidas necesarias en el Plan de Manejo respectivo; así como también, un diagnóstico del componente Ruido y Vibraciones, el cual se estima relevante dado que el área a intervenir es predominantemente rural y puede verse afectada en la etapa de construcción de las obras. Todo lo anterior permitiría definir las medidas de mitigación con mayor precisión y asegurar el normal desarrollo de las actividades ecosistémicas.

14. ESTUDIO DE LOS COSTOS AMBIENTALES PRELIMINARES

14.1. Generalidades

El presente acápite tiene por objeto estimar en términos generales, los costos de las medidas ambientales asociadas a las alternativas para mejoramiento del uso y regulación de los recursos hídricos en el Área de Estudio. Para ello, se ha diferenciado aquellas alternativas que requieren sólo informes puntuales asociados a Permisos Ambientales Sectoriales (PAS), y aquellas que involucran otras medidas ambientales que deben ser considerados en el desarrollo de un EIA.

14.2. Costos Ambientales para Obras que no Requieren Estudio de Impacto Ambiental

De acuerdo al análisis realizado, no ingresan al SEIA por medio de un EIA todas aquellas obras correspondientes a las alternativas de mejoramiento en infraestructura de conducción y distribución de agua para riego propuesta en el presente Estudio (Ver acápite 8.5). En este contexto, las alternativas de obras en cuestión contemplan costos ambientales relativos a los Permisos Ambientales Sectoriales (PAS) en aquellos casos que se vinculen a: construcción de obras hidráulicas, específicamente en el caso de construcción de Sifón (Ver acápite 8.4 PAS 155); y modificación de cauce, particularmente en los casos de cruces de quebrada (ver acápite 8.4, PAS 156).

En el Cuadro 14.1-1 se presentan los costos asociados a los Permisos Ambientales Sectoriales (PAS), para las obras que no requieren Estudios de Impacto Ambiental.

CUADRO 14.1-1
COSTOS PERMISOS AMBIENTALES SECTORIALES

Artículo N°	Extracto Permiso	Tipo de Obra	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (UF)	Total (UF)	Total ($)
PAS 155	Construcción de Obras Hidráulicas	1 Sifón	gl	1	150	150	3.999.764
PAS 156	Modificación de Cauce	38 Cruce de Quebrada	gl	1	264	264	7.039.584
TOTAL						**414**	**11.039.347**

Fuente: Elaboración propia.

14.3. Costos Ambientales para Obras que Requieren Estudio de Impacto Ambiental

Las obras que requieren ingreso al SEIA por medio de un EIA corresponden a las alternativas de embalse analizadas evaluadas (Tranca Morada y San Miguel Alto), las cuales en adelante se analizan respectos a los costos de las medidas ambientales requeridas para cada uno de los componentes ambientales analizados en la línea de base. Se ha optado por estimar también, aquellos componentes no analizados en el presente Estudio de Análisis Ambiental, correspondiente a Aire y Ruido, ya que una adecuada cuantificación de los costos ambientales ante una eventual ejecución del proyecto, requiere considerarlos dado su atingentes en un posterior Estudio de Impacto Ambiental.

Es necesario tener en cuenta que las medidas costeadas corresponden a medidas "tipo" sugeridas a priori, y que las medidas de mitigación, reparación y/o compensación definitiva deben ser

obtenidas como resultado de la realización del Estudio de Impacto Ambiental pertinente a este proyecto, en el cual se definirán con mayor exactitud los costos ambientales del proyecto.

Para efectos de esta evaluación de costos, se consideró las medidas ambientales reflejadas en el Plan de Manejo Ambiental presentado en el Capítulo 9 del presente Estudio; Las medidas ambientales asociadas al Plan de Prevención de Contingencia y Emergencia, señalado en el Capítulo 10; las medidas del Plan de Seguimiento, indicadas en el Capítulo 11; y los Costos Asociados a los Permisos Ambientales Sectoriales. Cabe destacar que la contabilización de los costos, incorporó un ítem de imprevistos fijado en un 15 % de los costos totales de las medidas analizadas.

En el Cuadro 14.2-1, se presenta la información base de costos unitarios asociados a las medidas ambientales propuestas para las alternativas de embalse Tranca Morada y San Miguel Alto.

En Cuadro 14.2-2 se presenta un resumen de Costos con valores totales, diferenciando valores por etapa y medidas consideradas para cada una de las alternativas de embalse analizadas.

CUADRO 14.2-1
COSTOS UNITARIOS DE LAS MEDIDAS AMBIENTALES PROPUESTAS

Impacto Ambiental	Tipo de Medida	Etapa	ID	Medida	Descripción	Unidad	Valor Unitario (UF)	Cantidad TM	Cantidad SMA	Total TM	Total SMA
Alteración del régimen hidrológico (Hi)	Mitigación	**C**	**Hi_1**	Reducir el periodo de intervención de cauces naturales (Costos considerados en Programa de Intervención de Cauces).	- Contenido en Programa de Intervención de cauce, considerado en su conjunto como medida de reparación y restauración (Costo considerado en ID: Hi_5).	-	-	-	-	-	-
	Mitigación	**C**	**Hi_2**	Ejecución de las obras de intervención de cauces menores y quebradas en época de menor caudal (Costos considerados en Programa de Intervención de Cauces).	- Contenido en Programa de Intervención de cauce, considerado en su conjunto como medida de reparación y restauración (Costo considerado en ID: Hi_5).	-	-	-	-	-	-
	Mitigación	**O**	**Hi_3**	Establecimiento de Caudal Ecológico (Costos considerados en Programa de Intervención de Cauces).	- Contenido en Programa de Intervención de cauce, considerado en su conjunto como medida de reparación y restauración (Costo considerado en ID: Hi_5).	-	-	-	-	-	-
	Mitigación	**O**	**Hi_4**	Programa de acciones para llenado (Costos considerados en Programa de Intervención de Cauces).	- Contenido en Programa de Intervención de cauce, considerado en su conjunto como medida de reparación y restauración (Costo considerado en ID: Hi_5).	-	-	-	-	-	-
	Reparación	**C**	**Hi_5**	Programa Intervención de cauces	Considera Medidas de restauración de cauce y aplicación de caudal ecológico.	Gl	38	1	1	38	38
	Seguimiento	**C**	**Hi_6**	Monitoreo de caudal ecológico	Medida considerada en Programa de Intervención de Cauce. Frecuencia mensual del monitoreo (Costo considerado en ID: Hi_5).	-	-	-	-	-	-

CUADRO 14.2-1
COSTOS UNITARIOS DE LAS MEDIDAS AMBIENTALES PROPUESTAS

Impacto Ambiental	Tipo de Medida	Etapa	ID	Medida	Descripción	Unidad	Valor Unitario (UF)	Cantidad TM	Cantidad SMA	Total TM	Total SMA
Alteración del régimen Hidrogeológico (Hig)	Mitigación	**C**	**Hig_1**	Considera reducir el periodo de intervención de cauces naturales.	Contenido en Programa de Intervención de cauce, considerado en su conjunto como medida de reparación y restauración (Costo considerado en ID: Hi_5).	-	-	-	-	-	-
	Mitigación	**C**	**Hig_2**	Considera Ejecución de las obras de intervención de cauces menores y quebradas en época de menor caudal.	Contenido en Programa de Intervención de cauce, considerado en su conjunto como medida de reparación y restauración (Costo considerado en ID: Hi_5).	-	-	-	-	-	-
	Mitigación	**O**	**Hig_3**	Considera Establecimiento de Caudal Ecológico.	Contenido en Programa de Intervención de cauce, considerada en su conjunto como medida de reparación y restauración (Costo considerado en ID: Hi_5).	-	-	-	-	-	--
	Mitigación	**O**	**Hig_4**	Programa de acciones para llenado.	Contenido en Programa de Intervención de cauce, considerado en su conjunto como medida de reparación y restauración (Costo considerado en ID: Hi_5).	-	-	-	-	-	-
	Reparación	**O**	**Hig_5**	Programa Intervención de cauces.	Considera Medidas de restauración de cauce y aplicación de caudal ecológico (Costo considerado en ID: Hi_5).	-	-	-	-	-	-
	Seguimiento	**C**	**Hig_6**	Monitoreo de caudal ecológico.	Medida considerada en Programa de Intervención de Cauce. Frecuencia mensual del monitoreo (Costo considerado en ID: Hi_5).	-	-	-	-	-	-
Alteración de la calidad de las aguas (CA)	Mitigación	**C**	**CA_1**	Considera reducir el periodo de intervención de cauces naturales.	Contenido en Programa de Intervención de cauce, considerado en su conjunto como medida de reparación y restauración (Costo considerado en ID: Hi_5).	-	-	-	-	-	-
	Reparación	**O**	**CA_2**	Limpieza de áreas intervenidas.	Considera despeje de vegetación del área de inundación. Contempla labores de máquina, HH y Petróleo por día de trabajo.	día	5,6	30	30	168	168
	Seguimiento	**C**	**CA_3**	Monitoreo Calidad del Agua para los parámetros establecidos en la NCh 1.333/Of.78.	4 puntos por campaña 2 veces al año (Muestreos Riego y Vida Acuática). Periodo de dos años de etapa de construcción.	Muestreos	6	16	16	96	96
	Seguimiento	**O**	**CA_4**		4 puntos por campaña 2 veces al año (Muestreos Riego y Vida Acuática). Periodo de dos años, una vez que comienza la etapa de operación.	Muestreos	6	16	16	96	96

CUADRO 14.2-1
COSTOS UNITARIOS DE LAS MEDIDAS AMBIENTALES PROPUESTAS

Impacto Ambiental	Tipo de Medida	Etapa	ID	Medida	Descripción	Unidad	Valor Unitario (UF)	Cantidad TM	Cantidad SMA	Total TM	Total SMA
Alteración de la calidad del Aire (CAi)	Mitigación	**C**	**Cai_1**	Capacitación de Trabajadores.	La medida consistirá en la capacitación de los trabajadores contratados para la construcción del embalse. Se contempla preliminarmente 8 trabajadores; 4 encuentros durante el año.	gl	64,4	1	1	64,4	64,4
	Mitigación	**C**	**Cai_2**	Aplicación de Riego de superficie de tránsito de vehículos.	Humectación de áreas intervenidas, en sectores poblados. Considera arriendo de 4 camiones, petróleo y chofer; trabajando 24 días al mes, humectando 4 veces al día, y pago de derechos de aguas a canalistas.	Global/año/m^2	0,00986	19.220	15.332	189,57	151
	Mitigación	**C**	**Cai_3**	Mantenimiento periódico de la maquinaria.	Considera Informes mensual por un periodo de dos años. Corresponde a labores de Encargado Tránsito y Maquinaria.	mes	56	24	24	1.344	1.344
	Mitigación	**C**	**Cai_4**	Restricción velocidad de circulación.	Considera Informes mensual por un periodo de dos años. Corresponde a labores de Encargado Tránsito y Maquinaria (Costo considerado en ID: CAi_3).	-	-	-	-	-	-
	Mitigación	**C**	**Cai_5**	Implementación de señalética.	Preliminarmente se considera la Instalación de 5 letreros que darán cuenta de Velocidades máximas.	unidad	5	5	5	25	25
	Seguimiento	**C**	**Cai_6**	Inspección Visual Terrestre	Considera Informes semanal por un periodo de dos años. Corresponde a labores de Encargado Tránsito y Maquinaria (Costo considerado en ID: CAi_3).	-	-	-	-	-	-
Aumento del nivel de presión Sonora (Ru)	Mitigación	**C**	**Ru_1**	Capacitación de Trabajadores.	La medida consistirá en la capacitación de los trabajadores contratados para la construcción del embalse (Costo considerado en ID: CAi_1).	-	-	-	-	-	-
	Mitigación	**C**	**Ru_2**	Cubierta Tolva de Camiones.	Considera el uso de 4 camiones cubiertos	Un	3,26	4	4	13,04	13
	Mitigación	**C**	**Ru_3**	Restricción velocidad de circulación.	En especial en el paso por poblados y sectores con vegetación que sustenta fauna de interés (Costo considerado en ID: CAi_3).	-	-	-	-	-	-
	Mitigación	**C**	**Ru_4**	Disposición de señalética.	Preliminarmente se considera la Instalación de 5 letreros que indicarán medidas para minimizar ruidos en las zonas de interés.	unidad	5	5	5	25	25
Aumento del nivel de presión Sonora (Ru)	Mitigación	**C**	**Ru_5**	Barrera acústica perimetral en campamento OSB 15 mm.	Instalación de barrera de altura mínima de 5 m y longitud de acuerdo al perímetro de emplazamiento, debiera estar compuesta por placas de OSB de 15 mm de espesor u otro material con densidad equivalente de 20 kg/m^2.	m	0,56	1000	1000	560	560
	Seguimiento	**C**	**Ru_6**	Monitoreo de los niveles de ruido de fondo en sectores potencialmente afectados.	Considera Informes trimestral por un periodo de dos años.	Campaña	94	8	8	752	752

CUADRO 14.2-1
COSTOS UNITARIOS DE LAS MEDIDAS AMBIENTALES PROPUESTAS

Impacto Ambiental	Tipo de Medida	Etapa	ID	Medida	Descripción	Unidad	Valor Unitario (UF)	Cantidad TM	Cantidad SMA	Total TM	Total SMA
Alteración y/o destrucción de hábitat de especies de flora; pérdida de vegetación (FVt)	Mitigación	**C**	**FVt_1**	Capacitación de Trabajadores	La medida consistirá en la capacitación de los trabajadores contratados para la construcción del embalse (Costo considerado en ID: CAi_1).	-	-	-	-	-	-
	Mitigación	**C**	**FVt_2**	Disposición de señalética y afiches	Preliminarmente se considera la Instalación de 5 letreros que darán cuenta de la importancia de la vegetación nativa y especies protegidas. Se señala prohibición de corte y quema. Se deberán instalar en lugares visibles cercanos a zonas de interés.	unidad	5	5	5	25	25
	Mitigación	**C**	**FVt_3**	Resguardo de la vegetación terrestre	Medida contemplada en Plan de Seguimiento. Informe de Inspección Visual, de la colonización y desarrollo de la vegetación (Costo considerado en ID: FVt_10).	-	-	-	-	-	
	Mitigación	**C**	**FVt_4**	Prohibición de corte y quema de vegetación nativa.	Esta medida se hace efectiva en instalación de letreros informativos, capacitación a trabajadores y el desarrollo de mesas participativas con la comunidad (Costo considerado en ID: FVt_2; Cai_1; y AH_6).	-	-	-	-	-	-
	Reparación	**C**	**FVt_5**	Plan de Manejo Forestal	Elaboración de Planes de Manejo de obras civiles. Considera área de influencia del embalse (Área de Afectación por obra).	ha	5,28	63	53	332,64	280
	Reparación	**C**	**FVt_6**	Reforestación Bosque Nativo	Considera especies nativas arbóreas principalmente en lecho de río (referencia general que debe ser ajustado con estudio de mayor precisión). No considera implementación de sistemas de riego de apoyo.	ha	73	14	16	1022	1168
	Reparación	**C**	**FVt_7**	Traslado de especies formación xerofítica	Considera una superficie afectada por obra (muro y zona de inundación), y que mantiene una cobertura vegetal tipo Matorral con presencia de especies Xerófitas.	ha	67,03	27,3	17,5	1829,9	1173

CUADRO 14.2-1
COSTOS UNITARIOS DE LAS MEDIDAS AMBIENTALES PROPUESTAS

Impacto Ambiental	Tipo de Medida	Etapa	ID	Medida	Descripción	Unidad	Valor Unitario (UF)	Cantidad TM	Cantidad SMA	Total TM	Total SMA
Alteración y/o destrucción de hábitat de especies de flora; pérdida de vegetación (FVt)	Reparación	**C**	**FVt_8**	Cerco de exclusión de ganado	Como referencia se considera perímetro de área de afectación directa (Muro obra y zona de inundación).	Km	81	6,8	5,1	550,8	413
	Seguimiento	**C**	**FVt_9**	Monitoreo de la sobrevivencia, colonización y desarrollo de la vegetación.	Considera 4 campañas en un periodo de dos años (Dos campañas por año).	campaña	275,3	4	4	1.101	1.101
	Seguimiento	**C**	**FVt_10**	Informe de Inspección Visual, de la colonización y desarrollo de la vegetación.	Considera Informes mensual por un periodo de dos años. Corresponde a labores de Especialista Ambiental. Contempla: Registro fotográfico diario de sitios en que se reconocen presiones hacia la vegetación (áreas de tránsito, acopio de materiales, instalación de faenas, etc). Registro de eventos de daños efectivos sobre la vegetación (identificando coordenadas, superficie afectada, especies impactada, origen del daño, reversibilidad , y acciones tomadas para prevenir eventos futuros). Identificación de sectores con riesgo potencial (especificación de las medidas preventivas que se requiera adoptar).	mes	74	24	24	1776	1776
	Seguimiento	**O**	**FVt_11**	Informe de Inspección Visual, de la colonización y desarrollo de la vegetación.	Considera Informes mensual por un periodo de dos años. Corresponde a labores de Especialista Ambiental.	mes	74	24	24	1.776	1.776
Alteración y/o destrucción de hábitat de especies de fauna; pérdida de ejemplares de Fauna (FAt)	Mitigación	**C**	**Fat_1**	Capacitación de Trabajadores	La medida consistirá en la capacitación de los trabajadores contratados para la construcción del embalse (Costo considerado en ID: CAi_1).	-	-	-	-	-	-
	Mitigación	**C**	**Fat_2**	-Prohibición de caza y captura de especies.	Esta medida se hace efectiva en instalación de letreros informativos, capacitación a trabajadores y el desarrollo de mesas participativas con la comunidad (Costo considerado en ID: Fat_3; Cai_1; y AH_6).	-	-	-	-	-	-
	Mitigación	**C**	**Fat_3**	Implementación de señalética.	Instalación de 5 letreros que den cuenta de importancia de Fauna terrestre y prohibición de caza y captura. Se deberán instalar en lugares visibles cercanos a zonas de interés.	unidad	5	5	5	25	25

CUADRO 14.2-1
COSTOS UNITARIOS DE LAS MEDIDAS AMBIENTALES PROPUESTAS

Impacto Ambiental	Tipo de Medida	Etapa	ID	Medida	Descripción	Unidad	Valor Unitario (UF)	Cantidad TM	Cantidad SMA	Total TM	Total SMA
Alteración y/o destrucción de hábitat de especies de fauna; pérdida de ejemplares de Fauna (FAt)	Mitigación	**C**	**Fat_4**	Rescate de ejemplares con categorías de conservación.	Antes de las actividades de despeje de vegetación, construcción de las distintas estructuras y llenado del embalse se procederá al desarrollo de un programa de captura y relocalización de reptiles y ahuyentamiento de micromamíferos.	gl	350	1	1	350	350
	Seguimiento	**C**	**Fat_5**	Monitoreo de micromamíferos, reptiles y aves	Considera 4 campañas en un periodo de dos años (Dos campañas por año).	campaña	300,1	4	4	1.200	1.200
Alteración y/o destrucción de hábitat de especies de flora y fauna acuática; Pérdida de ejemplares de fauna acuática con problemas de conservación (FFa)	Mitigación	**C**	**FFa_1**	Rescate de ejemplares con categorías de conservación.	Antes de las actividades de despeje de vegetación, construcción de las distintas estructuras y llenado del embalse se procederá al desarrollo de un programa de captura y relocalización de reptiles y ahuyentamiento de micromamíferos.	gl	415	1	1	415	415
	Mitigación	**C**	**FFa_2**	Capacitación de Trabajadores	La medida consistirá en la capacitación de los trabajadores contratados para la construcción del embalse (Costo considerado en ID: CAi_1).	-	-	-	-	-	-
	Mitigación	**C**	**FFa_3**	Implementación de señalética.	Instalación de 5 letreros que den cuenta de importancia de la Flora y Fauna acuática prohibición si es necesario la pesca e intervención del sistema acuático.	unidad	5	5	5	25	25
	Mitigación	**O**	**FFa_4**	Establecimiento de caudal ecológico.	Contenido en Programa de Intervención de cauce (Costo considerado en ID: Hi_5).	-	-	-	-	-	-
	Seguimiento	**C**	**FFa_5**	Monitoreo de calidad de agua y biota	4 puntos por campaña, 2 veces al año (Muestreos Riego y Vida Acuática). Considera un periodo de dos años. Medida contemplada en componente Calidad de Aguas (Costo considerado en ID: CA_3).	-	-	-	-	-	-
	Seguimiento	**C**	**FFa_6**	Monitoreo de caudal ecológico	Medida considerada en Plan de Intervención de Cauce (Costo considerado en ID: Hi_5).	-	-	-	-	-	-
	Seguimiento	**O**	**FFa_7**	Monitoreo de caudal ecológico	Medida considerada en Plan de Intervención de Cauce (El costo de medida en Etapa de operación se asume en gastos operacionales de la obra).	-	-	-	-	-	-

CUADRO 14.2-1
COSTOS UNITARIOS DE LAS MEDIDAS AMBIENTALES PROPUESTAS

Impacto Ambiental	Tipo de Medida	Etapa	ID	Medida	Descripción	Unidad	Valor Unitario (UF)	Cantidad TM	Cantidad SMA	Total TM	Total SMA
Alteración del sistema de vida, tradiciones y costumbres (AH)	Mitigación	**C**	**AH_1**	Aplicación de Riego de superficie de tránsito de vehículos.	Humectación de áreas intervenidas, en sectores poblados. Considera arriendo de 4 camiones, petróleo y chofer; trabajando 24 días al mes, humectando 4 veces al día, y pago de derechos de aguas a canalistas (Costo considerado en ID: Cai_2).	-	-	-	-	-	
	Mitigación	**C**	**AH_2**	Mantenimiento periódico de la maquinaria.	Considera Informes mensual por un periodo de tres años. Corresponde a labores de Encargado de Tránsito y Maquinaria (Costo considerado en ID: Cai_3).	-	-	-	-	-	
	Mitigación	**C**	**AH_3**	Restricción velocidad de circulación.	Considera Informes mensual por un periodo de tres años. Corresponde a labores de Encargado Tránsito y Maquinaria (Costo considerado en ID: Cai_3).	-	-	-	-	-	
	Mitigación	**C**	**AH_4**	Disposición de señalética.	Contempla letreros informativos considerados en otro componentes (Costos considerados en ID: Cai_5; RU_4; FVt_2; FAt_3; FFa_3; PA_1)	-	-	-	-	-	-
	Mitigación	**C**	**AH_5**	Capacitación de Trabajadores:	Considerará temáticas que den a conocer, el sistema de vida y costumbres locales, así como también acuerdos alcanzados con la comunidad, los que deberán ser acatados por los trabajadores (Costo considerado en ID: CAi_1).	-	-	-	-	-	-
	Mitigación	**C**	**AH_6**	Implementación Plan de Manejo Social:	Instancias de conversación, presentación de resultados, avances y toma de acuerdos. Se consideran los siguientes subplanes: Apoyo al proceso productivo; Seguridad Vial; Información a la comunidad; Salud de la comunidad. Considera cuatro encuentros por año.	gl	756	1	1	756	756
	Reparación	**C**	**AH_7**	Ejecución de Plan de Reubicación para paso de libre tránsito de ganado hacia sectores altos de la cordillera, lo cual se vería afectado por área de inundación.	Considerado en Plan de Trabajo de Ingeniería.	-	-	-	-	-	-
	Seguimiento	**C**	**AH_8**	Monitoreo del funcionamiento de la maquinaria y su velocidad de circulación.	Considera Informes mensual por un periodo de dos años. Corresponde a labores de Encargado Tránsito y Maquinaria (Costo considerado en ID: Cai_3).	-	-	-	-	-	-

CUADRO 14.2-1
COSTOS UNITARIOS DE LAS MEDIDAS AMBIENTALES PROPUESTAS

Impacto Ambiental	Tipo de Medida	Etapa	ID	Medida	Descripción	Unidad	Valor Unitario (UF)	Cantidad TM	Cantidad SMA	Total TM	Total SMA
Pérdida de patrimonio arqueológico (PA)	Mitigación	**C**	**PA_1**	Cerco perimetral.	Considera cerco perimetral a el área de afectación del sitio de embalse.	metros	0,11	7.323,67	10.167,9	818,47	1.136
	Mitigación	**C**	**PA_2**	Señalética sitios arqueológicos	Además se instalará en cada sitio un letrero indicativo a la importancia del sitio.	unidad	5	5	5	25	25
	Seguimiento	**C**	**PA_3**	Monitoreo arqueológico de las obras	Considera la descripción de los sitios a resguardar, y la implementación de medidas contempladas en el PAS 132, el cual considera el traslado de sitios arqueológicos (petroglifos) y el rescate de sitios que se encuentran en áreas de intervención directa. En el caso de sitios que se encuentran dentro del área de influencia del proyecto, pero que no se verán afectados directamente, se contemplará sólo su registro.	profesional/mes	129	24	24	3.096	3.096
Daños en infraestructura y equipamiento comunal (IE)	Reparación	**C**	**IE_1**	Ejecución de Plan de reconstrucción y reubicación de interferencia (Bocatomas, caminos y otros).	Considerado en Plan de Trabajo de Ingeniería.	-	-	-	-	-	-
	Seguimiento	**C**	**IE_2**	Inspección Plan de Reconstrucción y Reubicación de Interferencias	Considera Informes mensual por un periodo de dos años habiendo terminado las obras de reconstrucción y reubicación. Corresponde a labores de Encargado Ambiental del proyecto, quien dará cuenta del estado de las obras y eventuales condiciones que requieran establecer mejoras para su uso (Costo considerado en ID: FVt_11).	-	-	-	-	-	-
Alteración del Paisaje (PJ)	Reparación	**C**	**PJ_1**	Limpieza de áreas intervenidas.	Considera Plan de limpieza al cierre de faenas para etapa de construcción.	gl	34	1	1	34	34
	Seguimiento	**C**	**PJ_2**	Inspecciones visuales terrestres	Considera Informes semanal por un periodo de dos años. Corresponde a labores de Encargado Ambiental del proyecto (Costo considerado en ID: FVt_11).	-	-	-	-	-	-

Nota: TM: Tranca Morada; SMa: San Miguel Alto
"-": Valor ya considerado en otro Item dentro del Cuadro.

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 14.2-2
RESUMEN COSTO MEDIDAS AMBIENTALES

ETAPA	TIPO DE MEDIDA	EMBALSE TM		EMBALSE SMa	
		VALOR TOTALES (UF)	VALOR TOTALES (PESOS $)	VALOR TOTALES (UF)	VALOR TOTALES (PESOS $)
Construcción	MMA	3.317	88.443.842	3.596	95.897.084
	MRA	3.807	101.523.570	3.106	82.820.836
	MSA	9.366	249.734.567	9.366	249.734.567
	PPCE	60	1.599.905	60	1.599.905
	PAS	1.660	44.264.049	1.660	44.264.049
	Imprevistos y otros	2.731	72.834.890	2.668	71.147.466
	Total Construcción	**20.941**	**558.400.824**	**20.456**	**545.463.908**
Operación	MMA	0	0	0	0
	MRA	168	4.479.735	168	4.479.735
	MSA	1.872	49.917.048	1.872	49.917.048
	PPCE	0	0	0	0
	PAS	0	0	0	0
	Imprevistos y otros	306	8.159.518	306	8.159.518
	Total Operación	**2.346**	**62.556.301**	**2.346**	**62.556.301**
TOTAL	MMA	3.317	88.443.842	3.596	95.897.084
	MRA	3.975	106.003.306	3.274	87.300.571
	MSA	11.238	299.651.615	11.238	299.651.615
	PPCE	60	1.599.905	60	1.599.905
	PAS	1.660	44.264.049	1.660	44.264.049
	Imprevistos y otros	3.037	80.994.408	2.974	79.306.984
TOTAL		**23.287**	**620.957.125**	**22.802**	**608.020.209**

Nota: TM: Alternativa de Embalse Tranca Morada; SM_a: Alternativa de Embalse San Miguel Alto; MMA: Medida de Mitigación Ambiental; MRA: Medida de Resguardo Ambiental; MSA: Medida de Seguimiento Ambiental; PPCE: Plan de Prevención de Contingencia y Emergencia; PAS: Permisos Ambientales Sectoriales.

Fuente: Elaboración propia.